

Potential för värmeåtervinning från mjölkkyllanläggningar

Potential for heat recovery in milk cooling systems

Emelie Karlsson

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för energi och teknik

Emelie Karlsson

Potential för värmeåtervinning från mjölkkyllanläggningar
Potential for heat recovery in milk cooling systems

Handledare: Ola Pettersson, JTI

Ämnesgranskare: Per-Anders Hansson, institutionen för energi och teknik, SLU

Examinator: Tord Johansson, institutionen för energi och teknik, SLU

EX0269, Examensarbete 30 hp, Avancerad nivå, A2E, teknik
Civilingenjörsprogrammet i energisystem 270 hp

Serienamn: Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)

ISSN 1654-9392

2012:12

Uppsala 2012

Nyckelord: mjölkkyllning, mjölkkyllanläggning, värmeåtervinning, energieffektivisering, mjölkproduktion

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Abstract

The present climate discussion has made energy efficiency an interesting topic. Saving energy does not only help the climate but also saves money for the energy consumer.

The purpose of this thesis was to examine the potential of heat recovering from milk cooling. Two milk farms, one with voluntary milking system, VMS, and the other with conventional milking system was used to measure interesting temperatures and electricity consumptions. The numbers were used both to do theoretical calculations and to construct a SIMULINK model.

To calculate the potential for heat at milk farms theoretical calculations were made in MATLAB using a reference farm with different combinations of heat recovery and pre cooling. The farm was assumed to keep a dwelling house with the annual heat consumption 18165 kWh. The calculations showed that with 100 cattle 90 % of the heat needed was covered and 150 cattle are sufficient to cover the entire need of heat. It also showed that pre cooling almost saved 50 % of the electricity used by the compressor.

The SIMULINK model was constructed according to the VMS farm and showed that 200 cattle were necessary to heat the house the entire year and 150 cattle covered 88 % of the energy needed.

Sammanfattning

Syftet med detta examensarbete var att undersöka potentialen för värmeåtervinning från kylning av mjölk. Utifrån mätdata från två mjölkgårdar, en med robotmjölkning och en med konventionell mjölkning utfördes beräkningar beträffande kyleffektivitetsfaktorn för kylanläggningarna. Gården med robotmjölkning har idag värmeåtervinning varför även värmeeffektivitetsfaktorn kunde beräknas. Med hjälp av de mätvärdena konstruerades också en modell i simuleringsverktyget SIMULINK. För att kunna utföra beräkningar för värmeåtervinningspotentialen på en mjölkgård konstruerades dessutom en modell för teoretiska beräkningar.

För att värmeåtervinning ska vara lönsam krävs det avsättning för värmen, nära till hands ligger bostadsuppvärmning samt föruppvärmning av varmvatten. Möjligheterna för att täcka uppvärmningsbehovet samt potentialen för föruppvärmning av varmvatten beroende på besättningsstorlek undersöktes.

Gården med robotmjölkning producerade under mätperioden 45829 liter mjölk och kylkompressorn förbrukade 95 kWh el. Den upptagna värmeenergin i återvinningskretsen uppgick till 890 kWh. COP_v beräknades till 14,1 och COP_k beräknades till 11,5.

Gården med konventionell mjölkning producerade 76715 liter mjölk och kylkompressorn förbrukade 1086 kWh el. Gården saknar värmeåtervinning, men COP_k beräknades till 2,2.

För de teoretiska beräkningarna användes en referensgård som grund. Gården antas innehålla ett bostadshus med 150 m² uppvärmd yta fördelat på två plan lokaliserat i Mellansverige med det beräknade uppvärmningsbehovet 18165 kWh/år. Beräkningar utfördes på referensgården med åtta olika kombinationer av mjölkkylsystem, konventionell mjölkning respektive robotmjölkning, helt utan återvinning eller förkylning av mjölkning, med endast förkylning, med återvinning för förvärmning av varmvatten samt med återvinning för uppvärmning av bostadshus och förvärmning av varmvatten. Resultaten visar att förkylning av mjölken nästan halverar elbehovet till kompressorn, men minskar även värmeåtervinningspotentialen. För att klara uppvärmningen av bostadshuset behövs enligt beräkningarna behövs 150 mjölkkor, men vid 100 mjölkkor klaras ca 90 % av uppvärmningsbehovet.

Simuleringar gjorda i SIMULINK med robotanläggningen som utgångspunkt visade på att det behövs runt 200 mjölkkor för att täcka uppvärmningsbehovet för ett bostadshus. Bostadshuset antogs vara det samma som i de teoretiska beräkningarna och förbruka 18165 kWh/år.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål.....	1
1.3	Metod och avgränsning	1
2	Kor och mjölkproduktion.....	1
2.1	Mjölkningsystem.....	1
3	Tekniken på en mjölgård	2
3.1	Mjölkanläggningen	2
3.2	Kylning	3
3.2.1	Mjölkkylanläggning.....	3
3.2.2	Köld- och värmefaktor	8
3.2.3	Förkylning	9
3.2.4	Krav på kylanläggningen.....	9
4	Energipotential och behov	10
4.1	Värmebehov	10
4.1.1	Bostadshus	10
4.1.2	Stall	10
5	System för värmeåtervinning	10
5.1	System med återvinning av överhettningssvärme, DeLaval.....	11
5.2	System med återvinning av kondensationsvärmen, Wedholms.....	11
6	Genomförande	12
6.1	Beskrivning av robotanläggning med värmeåtervinning	13
6.2	Konventionellt mjölkningsstall	13
6.3	Falkenberg i Simulink.....	14
6.3.1	Beskrivning av modellen.....	15
6.3.2	Förenklingar, anpassningar och antaganden	15
7	Teori beräkningsunderlag.....	16
7.1	Kylberäkningar.....	16
7.1.1	Kyleffektbehov.....	16
7.1.2	Kompressoreffekt och energiförbrukning.....	17
7.2	Värmeberäkningar.....	17

7.2.1	Energibehov uppvärmning	17
7.2.2	Effektbehov uppvärmning	17
7.2.3	Varmvattenförbrukning	18
7.3	Dimensionering	18
7.4	MATLAB GUI	18
8	Resultat	19
8.1	Mätdata	19
8.1.1	Robotanläggning	19
8.1.2	Mätdata konventionell anläggning	20
8.1.3	Mätdata jämförelse	20
8.2	Simuleringsresultat	21
8.3	Resultat av teoretiska beräkningar med MATLAB	22
8.3.1	Jämförelse empiriska data, teoretiska beräkningar	22
8.3.2	Referensgårdarna	23
9	Diskussion	24
9.1	Mätresultat	24
9.2	Teoretiska beräkningar	24
9.3	Simulering	25
10	Referenser	26
10.1	Litteratur	26
10.2	Internet	27
10.3	Personliga referenser	27
	Bilagor	28

1 Inledning

I detta kapitel presenteras bakgrunden till examensarbetet samt beskrivs dess syfte och arbetsmetod.

1.1 Bakgrund

I Sverige finns det ca 348.000 stycken mjölkkor fördelade på omkring 5500 mjölkgårdar (Svensk Mjolk, 2011). Dessa kor producerar tillsammans strax under 3 miljoner ton mjölk per år. Utvecklingen går mot färre mjölkbönder, men större kobesättningar och i kombination med att medelavkastningen för de svenska korna ökar (Nilsson, 2009) krävs det effektiva mjölkkanläggningar och kylsystem för att kunna ta hand om mjölken ute på gårdarna.

1.2 Syfte och mål

Syftet med examensarbetet är att undersöka hur tillgänglig värmeenergi från en mjölkkyllanläggning på en mjölkgård som kan tas till vara för uppvärmning av byggnader och varmvatten för effektivare energianvändning.

1.3 Metod och avgränsning

Genom att ta fram en modell för simulering av värmeenergiflöden på en specifik mjölkgård undersöks hur energin kan tas tillvara på ett effektivt sätt. Endast elenergiförbrukningen för uppvärmning av varmvatten samt drift av värmesystemet tas med i modellen. Annan energiförbrukning så som hushållsel och drivmedel till fordon lämnas utanför. Modellen fokuserar i första hand på värmeåtervinning från mjölken och flertalet förenklingar görs, enligt beskrivning i respektive kapitel, för övriga delar av modellen, t.ex. värmebehov för bostaden. Även ett beräkningsprogram för den generella värmeåtervinningspotentialen på en mjölkgård tas fram.

2 Kor och mjölkproduktion

Något av det viktigaste för en lantbrukare med mjölkkor är att mjölkkyllningen fungerar tillfredställande för att mjölken ska uppnå gällande hygienkrav och kunna säljas. För att kunna utnyttja värmen utan att riskera en optimal kylförmåga är det inte bara viktigt att veta hur kylanläggningen fungerar utan också ha kännedom om hela mjölkproduktionen.

2.1 Mjölkningsystem

Kor kan antingen hållas uppbundna eller i ett lösdriftssystem. I alla stall byggda efter 1 augusti 2007 ska nötkreatur hållas på lösdrift (Nilsson, 2009). Idag är fördelningen mellan uppbundna och lösdriftskor jämn med en övervikt för uppbundna system. Valet av uppställningssystem påverkar även valet av mjölkkanläggning

Det finns flera typer av mjölkningsystem i drift i Sverige, tydligaste indelningen görs mellan manuella och automatiska mjölkningsystem (AMS), även kallad robotmjölkning. Manuell mjölkning kan ske både direkt i stallet där kon står uppbunden, på båspall, eller i en särskild mjölkningsavdelning.

Mjölknings på båspall sker i besättningar med uppbundna kor och innebär att mjölkningsorganen flyttas mellan korna i stallet.

Ett annat sätt att utföra manuell mjölknings är att ha en särskild mjölkningsavdelning i stallet dit korna flyttas vid mjölkningsdags, detta system används både för uppbundna besättningar och besättningar med lösdriftssystem. I en mjölkningsavdelning kan båsen placeras och utformas på olika sätt för att underlätta mjölkningen.(Nilsson 2009)

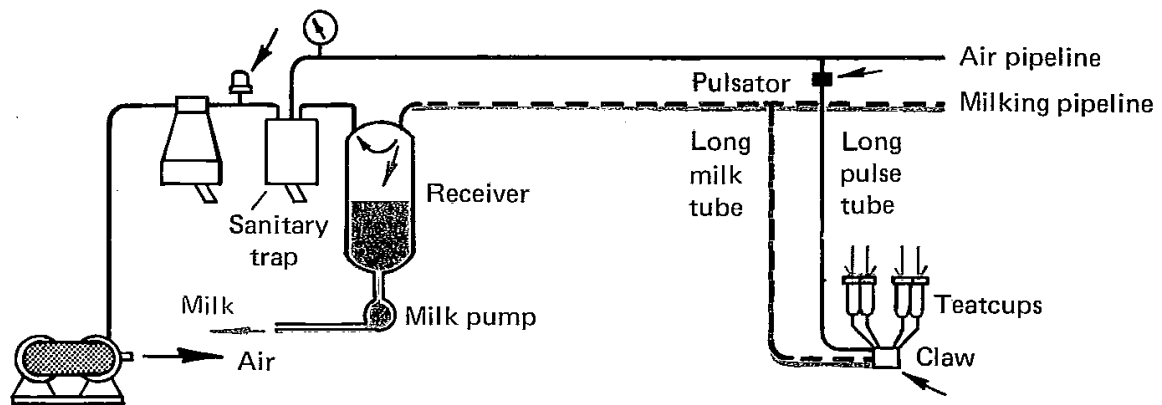
Automatisk mjölknings används enbart till besättningar i lösdrift då det systemet bygger på att kon själv uppsöker mjölkningsroboten när det är dags för mjölkning.(Nilsson 2009) Detta ger en kontinuerlig tillförsel av mjölk tillskillnad från manuell mjölkning då hela dygnsproduktionen normalt kommer vid 2-3 tillfällen per dygn (Nilsson 2009).

3 Tekniken på en mjölkgård

På en modern mjölkgård används många maskiner för att klara den dagliga driften. Mjölkanläggningen har en viktig uppgift på gården, mjölken måste hanteras på rätt sätt från mjölkning till förvaring för att upprätthålla en god livsmedelshygien och förse lantbrukaren med inkomst.

3.1 Mjölkanläggningen

Oavsett vilket mjölkningssystem man använder är principen för mjölkanläggningen lika. Anläggningen består av ett vakuumsystem, pulsator, rörledningar och tank för att transportera och samla ihop mjölken samt mjölkningsorganen.(Hall 1983) Till vakuumsystemet hör en vakuumpump och vakuumregulator. Vakuumpumpen är själva drivkraften i systemet och har till uppgift att skapa ett undertryck i anläggningen och på så sätt suga ut mjölken ur spenarna och transportera den vidare till förvaringstanken (Nilsson 2009). Vakuumregulatorn ser till att vakuumtrycket hålls konstant, ett varierande vakuumtryck medför sämre mjölkning och hög påfrestning på spenarna med risk för sämre juverhälsa (DeLaval 2001). En annan viktig del i systemet för att få en bra mjölkning är pulsatorn. Pulsatorn masserar spenen genom att växla mellan atmosfärstryck och vakuumtryck mellan spengummit och spenkoppshylsan (Nilsson 2009). Mjölkningsorganen består av fyra spenkoppar och en spenkoppscentral. I spenkoppscentralen samlas mjölk från de fyra olika juverdelarna, spenkoppscentralen är sedan ansluten till mjölkanläggningens transportledningar (DeLaval 2001).



Figur 1 Schematisk bild över en mjölkkanläggning (Hall 1983).

3.2 Kylning

Det finns flera olika metoder för att kyla mjölk. Vid konventionell kylning pumpas varm mjölk direkt från kon in i tanken och kylanläggningens förångare är i direkt kontakt med mjölken i tanken, ofta via tankens undersida. (Brown, Pettersson 2009) Vid stora mängder mjölk kan det vara problem att kyla mjölken tillräckligt snabbt. Det blir också en blandning av varm och kall mjölk när man fyller på tanken vid olika tanktillfällen. Vid AMS, med lägre mjölkflöden under längre tid, tar det ofta för lång tid innan erforderlig mjölkvolym uppnås i tanken för att kylningen ska starta. Liten mjölmängd i tanken ger också risk för isbildning i mjölken. (DeLaval, 2000)

Kylning direkt i tanken kan kombineras med förkylning. Till förkylning används ofta tillgängligt kallvatten på gården. Kyleffekten från förkylningen beror på vilken temperatur ingående kallvatten har och mjölktemperaturen hamnar ca 7-8 °C över vattentemperaturen. Det värmda vattnet används med fördel som dricksvatten till korna eller som föruppvärmt vatten till en varmvattenberedare (Brown, Pettersson, 2009).

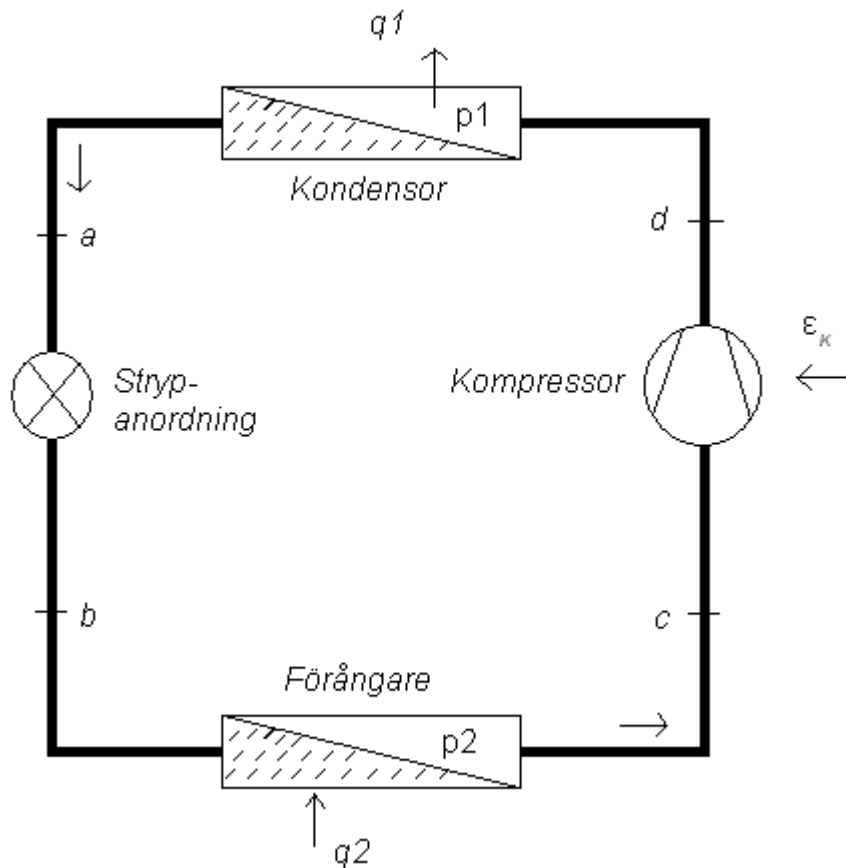
Det är också möjligt att kyla mjölken till önskad temperatur i en värmeväxlare på väg till tanken där sedan endast underhållskyla behövs. Vid direkt kylning till lagringstemperaturen räcker det inte med ingående kallvatten som köldmedium (DeLaval, 2000).

Kylning kan ske via direkt eller indirekt förångning. Direkt förångning innebär att förångarens yta står i direkt kontakt med mjölken. Detta ger risk för isbildning vid låga mjölknivåer i tanken och bristande omrörning. Många mjölk tankar med direkt förångning har därför fördröjd start, en viss mängd mjölk krävs för att kylanläggningen ska starta. Indirekt förångning används ofta vid lagring av kyla i islager. Kylan transporteras till kylplattorna i tanken i form av isvatten. När tiden mellan mjölkningarna kan användas för uppbyggandet av kyllagret kan en mindre kylanläggning användas. Effektbehovet blir lägre, anläggningen kräver en lägre elsäkring och man kan utnyttja perioder med billigare el, t.ex natten för kyalstring och på så vis sänka kostnaderna. (Svensk mjölk 2007)

3.2.1 Mjölkkylanläggning

För både kylanläggningar och värmepumpar är en kompressordriven förångningsprocess vanligast, se figur 2. I ett slutet system cirkulerar ett arbetsmedium som utsätts för olika tillståndsförändringar. (Ekeröth, 2006) Anläggningen består i princip av fyra komponenter,

kompressor, kondensor, stryporgan och förångare. Både förångaren och kondensorn är värmeväxlare och det är här värmeupptag respektive värmeavgivning sker (Mårtensson, 1978).

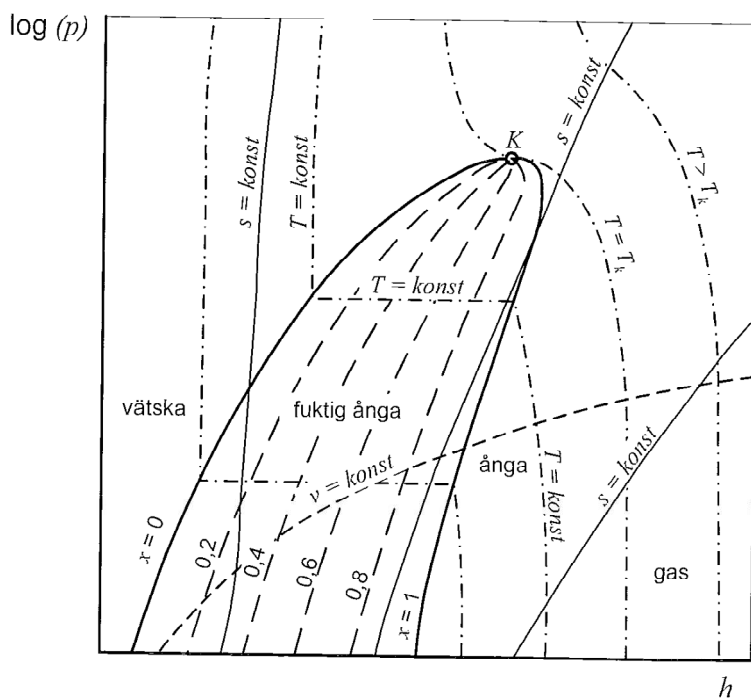


Figur 2 Schematisk bild över en kompressordriven förångningsprocess(Efter Ekroth, Granryd 2006)

I förångaren tas värme, q_2 , upp till köldmediet från det medium som ska kylas (Ekeroth, Granryd 2006). Förångaren är delvis fylld med köldmedium i vätskefas och när kompressorn startar förs gasen ovanför köldmediet bort. När gasen förs bort sjunker trycket i förångaren och när trycket sjunkit under köldmediets förångningstryck vid rådande temperatur börjar vätskan koka. När vätskan förångas tas värme från den kvarvarande vätskan vars temperatur sjunker. När temperaturen i köldmediet sjunkit under mjölktemperaturen sker en värmeöverföring från mjölken till köldmediet vilket leder till att ytterligare köldmedium kokar (DeLaval 2000). Kompressorn transporterar köldmedium i ångform, tillstånd c, till kondensorn från förångaren, på vägen höjer kompressorn trycket i gasen för att höja temperaturen, tillstånd d. Tryckhöjningen kräver tillförd energi, ϵ_k (Ekeroth, Granryd 2006). När gasen når kondensorn är temperaturen högre än hos omgivande medium, värmesänkan, och köldmediet kondenserar åter till vätska till följd av värmeavgivning, q_1 , till omgivningen. Det kondenserade köldmediet, tillstånd a, passerar sedan ett stryporgan för att sänka trycket till ursprunglig nivå, tillstånd b, innan cykeln börjar om på nytt (Ekeroth, Granryd 2006).

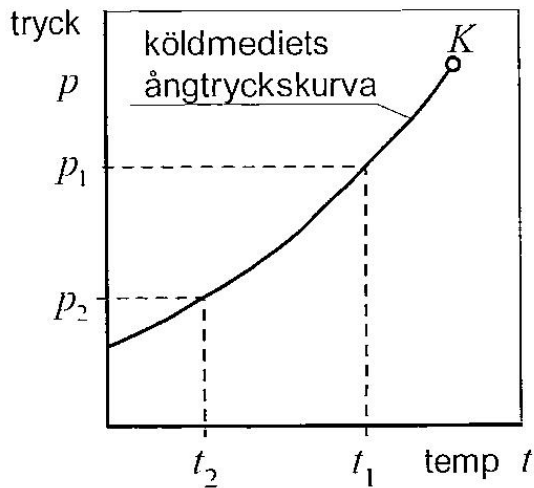
De termodynamiska förändringarna som sker i systemet kan åskådliggöras i tillståndsdigram.

$h, \log(p)$ -diagram



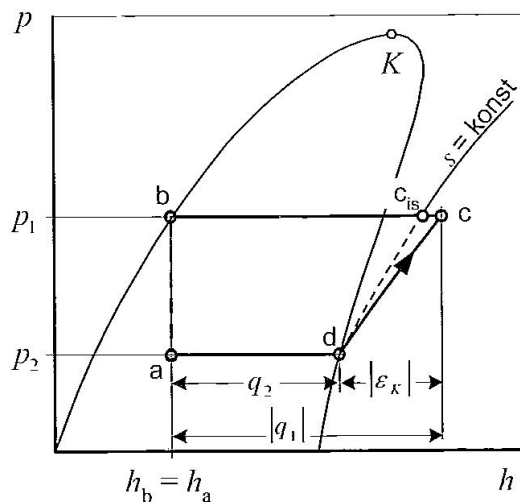
Figur 3 I kyltekniska sammanhang är $\log(p)$ - h -diagram vanliga (Ekeröth, Granryd 2006)

En vanlig typ av tillståndsdigram inom kylteknik är tryck-entalpidiagram vilket visas i Figur 3. Diagrammen kan användas för att välja rätt köldmedium i en process med kända temperaturer eller dimensionera en anläggning efter ett valt köldmedium.(Alvarez(2) 2006) En kyl- (eller värmepumps)process innebär att värmeutbyte sker genom förångning och kondensation av ett köldmedium, vid dessa förändringar befinner sig köldmediet inom området för fuktig ånga. Ånga betecknar en gas som befinner sig nära det fuktiga området. Området för fuktig ånga är ett tvåfasområde med en blandning mellan vätska och gas. Inom ett tvåfasområde är tryck och temperatur bundna till varandra, till ett visst tryck hör en viss temperatur och tvärtom, se figur 4.(Alvarez(1) 2006) Temperaturlinjerna är horisontella inom fuktiga ångans område och sammanfaller således med isobarerna. De streckade linjerna inom fuktiga ångans område i figur 3 med beteckningen x anger ånghalten i mediet.



Figur 4 Ångtryckskurvan i ett temperatur-tryckdiagram anger vid vilken temperatur en vätska kokar under ett givet tryck

Hamnar trycket ovanför den kritiska punkten, K, går inte längre att skilja vätska från gas, vätskan kan ses som en starkt komprimerad gas. Vid tryck ovan den kritiska punkten sker övergången mellan vätska och gas utan att passera det fuktiga området och vare sig kondensation eller kokning kan ske (Alvarez(1) 2006). Det är viktigt vid dimensionering av en kylanläggning att köldmediet passar ihop med förutsättningar för temperatur och tryck i anläggningen (Alvarez(2) 2006).

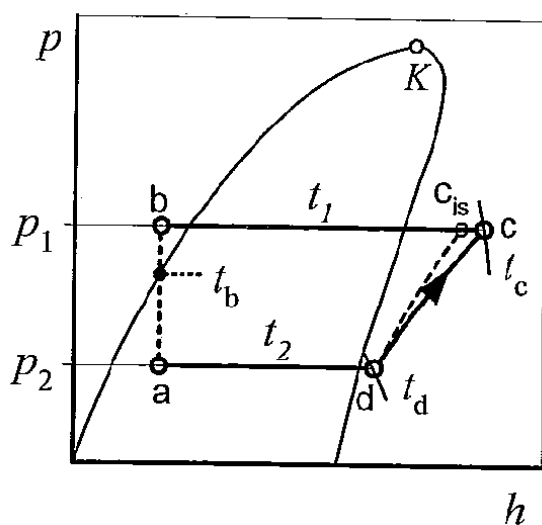


Figur 5 p-h-diagram utan överhettning

I figur 5 visas kylprocessen i ett entalpi-tryckdiagram. Under sträckan a-d sker förångning av köldmediet i förångaren. Detta sker under konstant tryck, förångningstrycket, och temperatur medan entalpin i köldmediet ökar p.g.a. värmeupptagningen från omgivande medium. Sträckan d-c motsvarar tryckhöjningen till kondenseringstrycket, och således temperaturhöjningen genom kompressorarbetet. För att det ska ske krävs en tillförsel av energi, ϵ_K , till kompressorn.

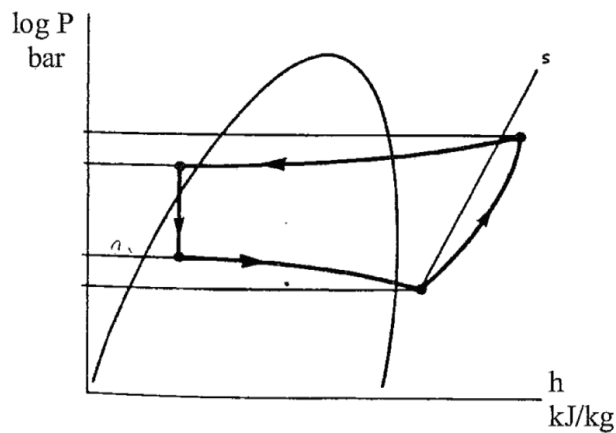
Kompressionen antas ske isentropiskt, sträcka, $d-c_{is}$, utan värmeutbyte med omgivningen, men i praktiken sker alltid ett visst värmeutbyte (Ekeroth, Granryd 2006).

Mellan punkterna c och b sker värmeutbyte med omgivningen, ångan som lämnar kompressorn är överhettad och tills kondenseringstemperaturen är nådd, där linjen d-b korsar ångtryckskurvan, sänks temperaturen i ångan. När kondenseringstemperaturen är nådd kondenserar ångan under konstant temperatur (Alvarez(2) 2006). Den värme som avges här, q_1 , är dels den värme som upptogs i förångaren, q_2 , och dels en värmemängd motsvarande den tillförda elenergin till kompressorn, ϵ_K (Ekeroth m.fl. s.347). Mellan punkterna b och a sker ett strypförlopp utan vare sig värme- eller arbetsutbyte med omgivningen och entalpin är därför lika i de båda punkterna, $h_b=h_a$. Under strypförloppet återgår trycket till förångningstrycket och temperaturen sänks till motsvarande nivå (Ekeroth m.fl. s.339).



Figur 6 Entalpi-tryckdiagram med överhettning

I verkliga processer hamnar tillstånden b och d (Figur 5) inte exakt på gränsskurvorna utan normalt sker en viss överhettning av ångan före kompressorn och underkylning av vätskan i kondensatorn före strypförloppet enligt punkt b och d i Figur 6 (Ekeroth, Granryd 2006). Underkylning minskar ånghalten efter stryporganet och ökar därmed köldalstringen i förångaren och köldfaktorn höjs (Alvarez(2) 2006). En viss överhettning är alltid önskvärd innan kompressorn för att undvika vätskeslag. Överhettning kan ske av olika anledningar, med olika konsekvens för köldfaktorn. Sker överhettningen i förångaren eller inom det kylda rummet kan köldfaktorn både öka eller minska beroende på driftsförhållandena i kylanläggningen och aktuellt köldmedium. Uppstår överhettningen i sugledningen till kompressorn p.g.a. värmeinläckage bidrar det inte till ökad köldalstring och köldfaktorn minskar (Alvarez(2) 2006).



Figur 7 Verklig process(Hassmyr 2001)

I verkliga processer sker också andra förluster som tryckfall i kondensator och förångare samt värmeutbyte med omgivningen, detta visas i Figur 7 (Hassmyr 2001).

3.2.2 Köld- och värmefaktor

För att kunna jämföra olika kylanläggningar med varandra behövs ett standardiserat godhetstal. För en kylanläggning kallas det köldfaktor, COP_k respektive värmefaktor för en värmepump, COP_v . Dessa faktorer är beroende av vid vilka temperaturer förångning respektive kondensering sker och för att kunna jämföra två värmemaskiner måste mätningar var gjorda vid samma temperatur nivå. Köldfaktorn, Ekvation 1, definieras som förhållandet mellan tillförd värme, köldalstringen och tillförd effekt till kompressorn (Alvarez(2) 2006). På motsvarande sätt definieras värmefaktorn, Ekvation 2, som förhållandet mellan bortförd värme och tillförd effekt till kompressorn (Alvarez(2) 2006).

$$COP_k = \frac{\dot{Q}_{tillf}}{P_{tot}}$$

Ekvation 1 Köldfaktor

$$COP_v = \frac{\dot{Q}_{bortf}}{P_{tot}}$$

Ekvation 2 Värmefaktor

En ideal process för en kylanläggning eller annan värmemaskin kallas en carnotprocess. Carnotprocessen innehåller fyra reversibla delprocesser som tillsammans utgör en ideal kretsprocess (Alvarez(1) 2006). Även om den i praktiken inte kan genomföras har den stor betydelse i praktiken då den visar den högsta verkningsgraden som kan uppnås för en värmemaskin som arbetar mellan två givna temperaturer, den termiska carnotverkningsgraden, se Ekvation 3 där T_1 motsvarar temperaturen där värmeupptagning sker och T_2 temperaturen vid värmeavgivning (Alvarez(1) 2006).

$$\eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Ekvation 3 Carnotverkningsgraden

Carnotverkningsgraden är alltså inte beroende av arbetsmediet utan endast av de två temperaturer maskinen arbetar mellan. Ur Ekvation 3 inses att temperaturdifferensen mellan den kalla och varma sidan bör hållas så liten som möjligt för bästa verkningsgrad (Alvarez(1) 2006).

På motsvarande sätt kan även värmefaktorn respektive köldfaktorn beräknas för en ideal kylanläggning vilket ger den maximala värme- eller köldfaktorn som är teoretiskt möjlig att uppnå vid givna temperaturer (Alvarez(1) 2006). Ekvation 4 visar uttrycket för carnotvärmefaktorn och Ekvation 5 uttrycket för carnotköldfaktorn där T_1 är förångningstemperaturen och T_2 kondenseringstemperaturen.

$$COP_{vc} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

Ekvation 4 Carnotvärmefaktor

$$COP_{kc} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

Ekvation 5 Carnotköldfaktorn

Vid beräkning av verkningsgrad respektive värme- och köldfaktor för en verklig maskin är det lämpligt att jämföra med effektivitetstalen för carnotprocessen och inte med 100 % verkningsgrad då det inte är teoretiskt möjligt att uppnå en högre verkningsgrad än den för carnotprocessen (Alvarez(1) 2006). En värmepump liknar till viss del en carnotprocess då den upptar och avger värme vid konstanta temperaturer (Alvarez(2) 2006).

3.2.3 Förkylning

Förkylning är kylning av mjölken innan den når tanken och sker i värmeväxlare av platt- eller rörtyp. Förkylningen kan dimensioneras med ett köldmedium för fullständig kylning och endast ha underhållskylning i tanken. Det är också möjligt att använda sig av brunnsvatten för förkylning, men då krävs högre effekt på kylanordningen i tanken än vid underhållskyla. En förkylare dimensioneras med dubbelt så stort vattenflöde som mjölkflöde, det är viktigt med att utgående vattentemperatur understiger 20°C p.g.a. risk för tillväxt av legionellabakterier (Brown, Pettersson 2009).

3.2.4 Krav på kylanläggningen

För att bibehålla den hygieniska kvaliteten i mjölken och förlänga lagringstiden är det viktigt att mjölken kyles snabbt och effektivt direkt efter mjölkning. Låg temperatur gör att kemiska processer och mikrobiologisk tillväxt saktas ned och mjölk kvaliteten bibehålls. Även att nedkylningstiden är kort är viktigt för att förhindra kvalitetsreduktion av mjölken. Med möjlighet till längre förvaring på den egna gården minskar även kostnader för mjölktransport då transporten kan ske med längre intervaller (DeLaval 2000).

En mjölk tank måste uppfylla den europeiska standarden EN13732 med kylklassifikation CII där II anger att mjölken ska kylas från 32°C till 4°C inom 3 timmar och C innebär att tanken ska vara konstruerad för rumstemperatur. Med rumstemperatur menas 25°C. EN-standarderna anger ett temperaturintervall där kylkraven måste uppfyllas. För kyltankar är den övre temperaturen 32°C och den nedre temperaturen 5°C. Detta innebär att kondensorutrymmet kan behöva värmas under den

kalla årstiden då låg temperatur i kondensorn ger en trycksänkning i systemet med lägre effektivitet som följd (Svensk Mjolk 2007).

Vid automatisk robotmjölkning tillåts mjölktemperaturen överstiga 4°C i maximalt 2,5 timmar sammanhängande tid efter start av mjölkanläggningen (Svensk Mjolk 2007).

4 Energipotential och behov

För att värmeåtervinning från mjölkkylen ska vara lönsam krävs det att det finns avsättning för värmen. I det här kapitlet följer en genomgång över energibehovet och den tillgängliga energin.

4.1 Värmebehov

På en svensk mjölkgård finns det flera möjliga förbrukare av den återvunna energin, både uppvärmning av bostadshus och andra byggnader samt varmvattenberedning.

4.1.1 Bostadshus

I bostadshuset finns behov både av värme för uppvärmning samt varmvattenberedning. Värmebehovet i ett bostadshus varierar stort beroende på byggnadens egenskaper så som storlek och isoleringsgrad samt beroende på byggnadens geografiska placering och önskad inomhustemperatur. Beroende på tidigare uppvärmningssystem ser förutsättningarna för installation av nya värmekällor olika ut. I hus med befintligt radiator- eller golvvärmesystem kan det användas, men beroende på tidigare värmekällor kan vissa justeringar behöva göras. Då ett system för en olje- eller elpanna kan vara dimensionerat för en betydligt högre framledningstemperatur än vad en värmepump klarar att leverera är det inte säkert att radiatorytan i byggnaden är tillräcklig. Äldre hus är dock ofta dimensionerade med god marginal och radiatorytan kan vara tillräcklig även med lägre framledningstemperatur (Fredriksen, Werner, 1992). Har huset tilläggsisolerats sedan värmesystemet dimensionerades ökar förutsättningarna ytterligare för att befintligt radiator- eller golvvärmesystem är tillräckligt. Har huset tidigare värmts med direktverkande el är konvertering till vattenburet system kostsamt, ett alternativ för hus utan befintligt radiator- eller golvvärmesystem kan vara fläktkonvektorer eller ett vattenbatteri. Varmvattenförbrukningen i ett bostadshus används i första hand till personlig hygien, disk och annan rengöring vilket gör att förbrukningen till stor del beror av antal personer som bor i huset, men även på ingående kallvattentemperatur samt stilleståndsförluster i varmvattenberedaren (Levin 2009).

4.1.2 Stall

I stallet finns i första hand ett stort behov av varmvatten för disk av mjölkanläggningen och mjölktanken. Även i samband med mjölkning används varmvatten, hur mycket beror på mjölkningsteknik och utrustning. Till exempel kan varmvatten användas till spen- och golvtvätt mellan varje ko i en mjölkningsrobot. Varmvatten behövs även för rengöring av annan utrustning i stallet, manuell tvätt av spenar samt personlig hygien av personalen. Även uppvärmning av personalutrymmen och liknande kan vara aktuellt i stallbyggnaden.

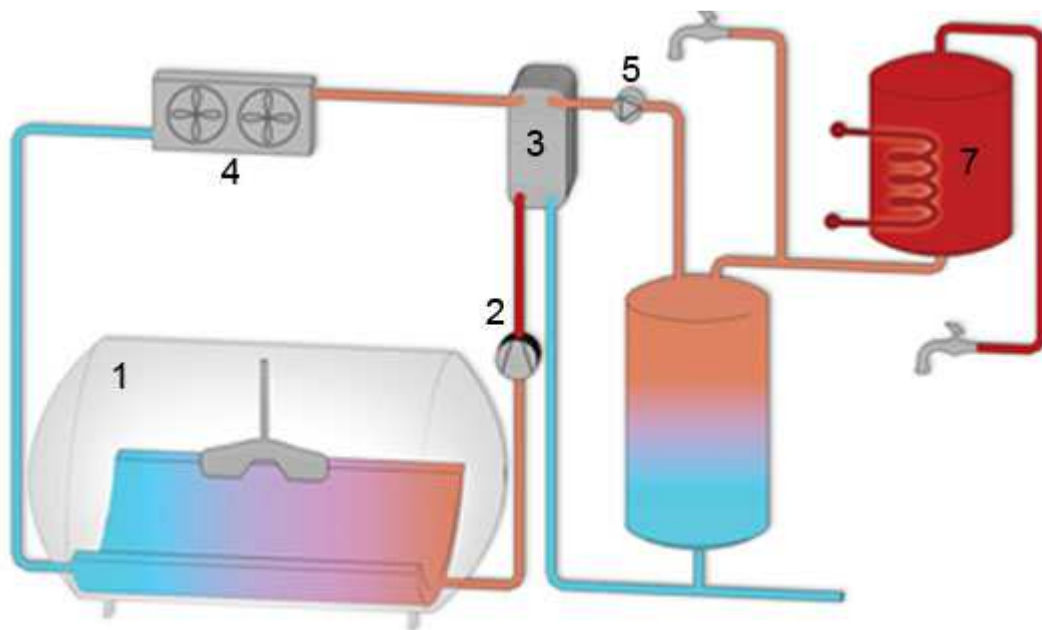
5 System för värmeåtervinning

Beroende på vad den återvunna värmen ska användas till samt hur stor del av värmen man har avsättning för finns olika möjliga system för värmeåtervinning. Oavsett val av system är det viktigt att systemet optimeras för bra kyleffekt för att inte riskera mjölkkvaliteten. En metod är att ta tillvara på

överhettningensvärmen i köldmediet efter kompressorn och låta kondensationsvärmen kylas bort utan återvinning t.ex. via en kondensorfläkt. Det är också möjligt att utnyttja kondensationsvärmen vilket ger en lägre maximal temperatur än överhettningensvärmen, men möjliggör ett större energiuttag.

5.1 System med återvinning av överhettningensvärme, DeLaval

Ett exempel på ett system som endast utnyttjar överhettningensvärmen levereras av DeLaval. I figur X visas en schematisk skiss över systemet. I tanken (1) kyls mjölken genom värmetransport från mjölken till köldmediekretsen, kompressorn (2) höjer trycket och temperaturen hos köldmediet innan det når värmeväxlaren (3). Efter värmeväxlaren går köldmediet vidare till kondensorfläkten (4) där kondensationsvärmen fläktas bort. Detta system leverera varmvatten vid 50-55°C.

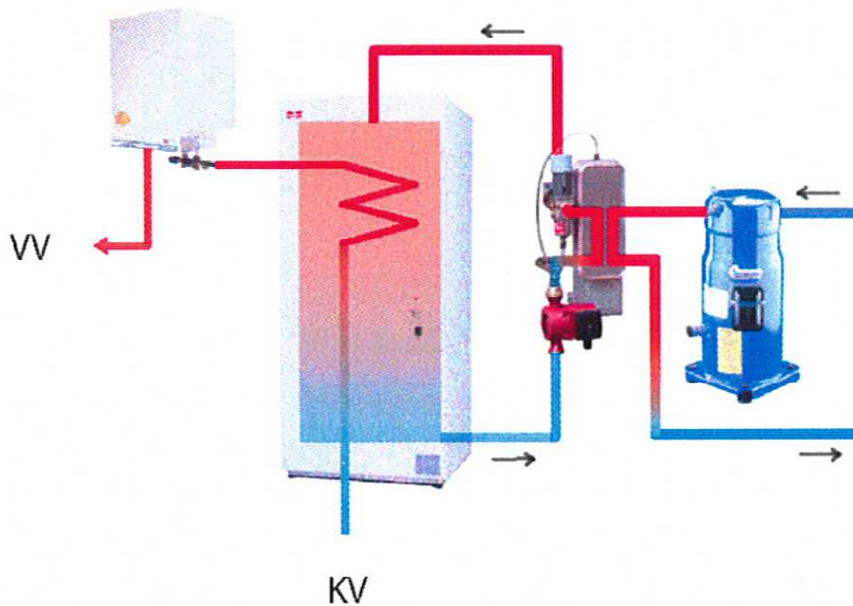


Figur 8 Värmeåtervinning från DeLaval (DeLaval, internet).

5.2 System med återvinning av kondensationsvärmen, Wedholms

Wedholms levererar ett återvinningssystem som även utnyttjar en del av kondensationsvärmen i en värmeväxlare innan köldmediet når kondensorfläkten. För att säkerställa att köldmedieflödet inte blir för lågt till följd av stort värmeuttag i värmeväxlaren optimeras systemet så att ca 1/3 av värmen når kondensorfläkten. Med detta system uppnås vattentemperaturer på ca 40-45°C.

Så här fungerar Interpac.

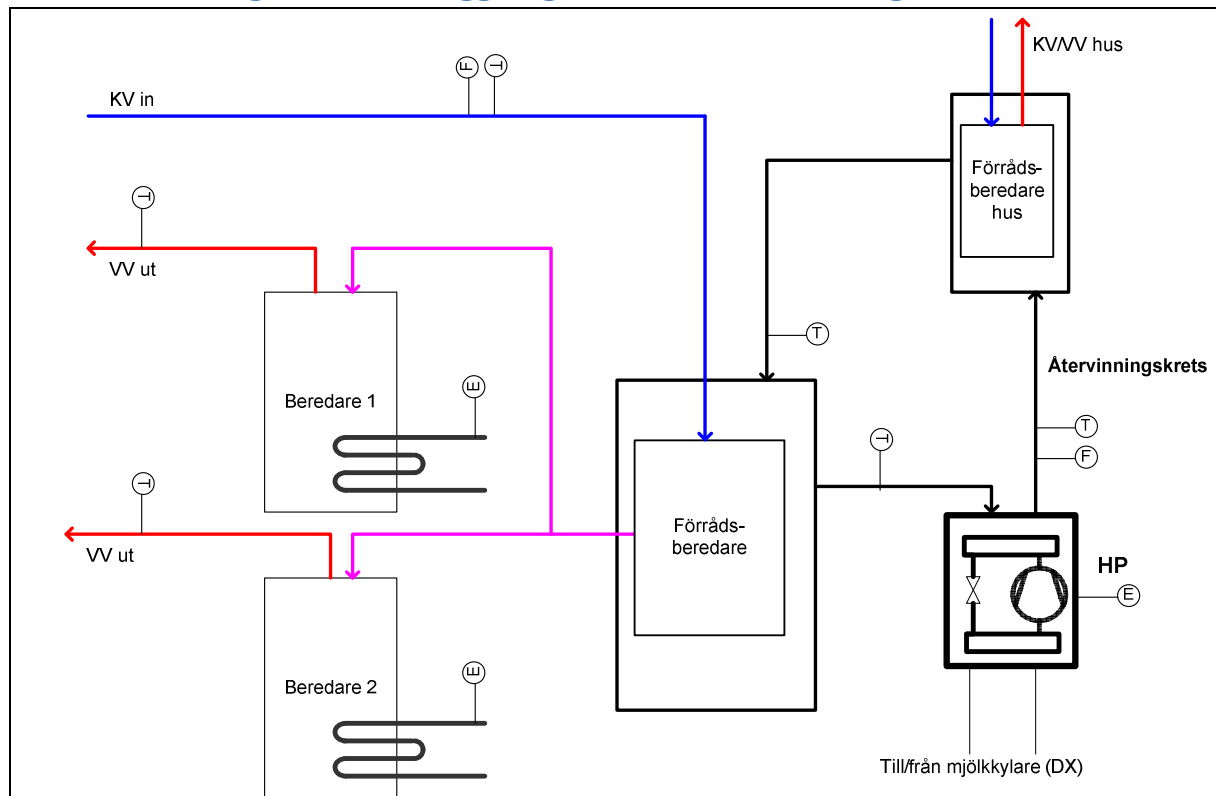


Figur 9 Wedholms Kallvatten, KV, värms upp till varmvatten, VV, ca 40°C (Wedholms).

6 Genomförande

Genom mätningar på två mjölkgårdar har data tagits fram för beräkningar på befintliga kylanläggningar. Den ena anläggningen har robotmjölkning och använder sig idag av värmeåtervinning från kylanläggningen medan den andra anläggningen har konventionellt mjölkstall och en kylanläggning utan värmeåtervinning. Utifrån teoretiska fysikaliska samband har beräkningar för värmeåtervinningspotentialen hos mjölkkyllanläggningar gjorts, dessa beräkningar jämfördes med uppmätta data.

6.1 Beskrivning av robotanläggning med värmeåtervinning

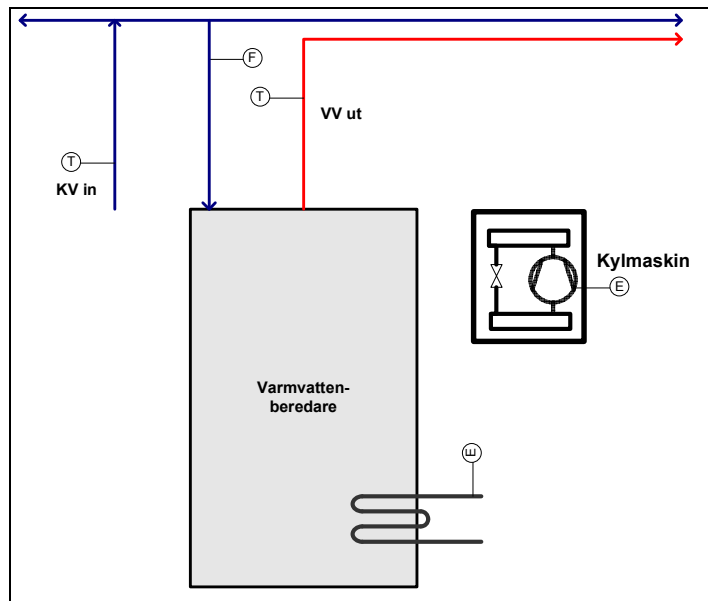


Figur 10 Principskiss över något (Nordman 2010)

På gården med robotmjölkningsanläggning fanns vid tiden för mätning 74 stycken mjölkkor. När kylbehov föreligger startar kompressorn i kylanläggningen och mjölken kyles samtidigt som det i kondensorn produceras värme för återvinningskretsen att ta upp. Återvinningskretsen transporterar sedan värmen till bostadshuset, den värme bostadshuset inte har avsättning för går vidare till en förrådsberedare i stallet för att förvärma ingående kallvatten innan det går vidare till respektive varmvattenberedare vid mjölkningsroboten samt i mjölkkrummet.

Värmeåtervinningen används både till uppvärmning av bostadshuset samt förvärmning av varmvatten i stallet. I anläggningen gjordes temperaturmätningar på tre ställen i återvinningskretsen, före kylmaskinens kondensor, efter kondensorn och efter bostadshuset samt på ingående kallvatten och utgående varmvatten i stallet. Energimätningar gjordes på el till kylmaskinens kompressor samt el till de två varmvattenberedarna i stallet. Även kallvattenflödet in till stallet mättes. Mängden producerad mjölk under perioden liksom den nedkylda mjölken temperatur registrerades. Efter en analys av insamlad data gjordes beräkningar för att beräkna anläggningens energieffektivitetsfaktor för värme, COP_v , resp. kyla, COP_k .

6.2 Konventionellt mjölkningsstall



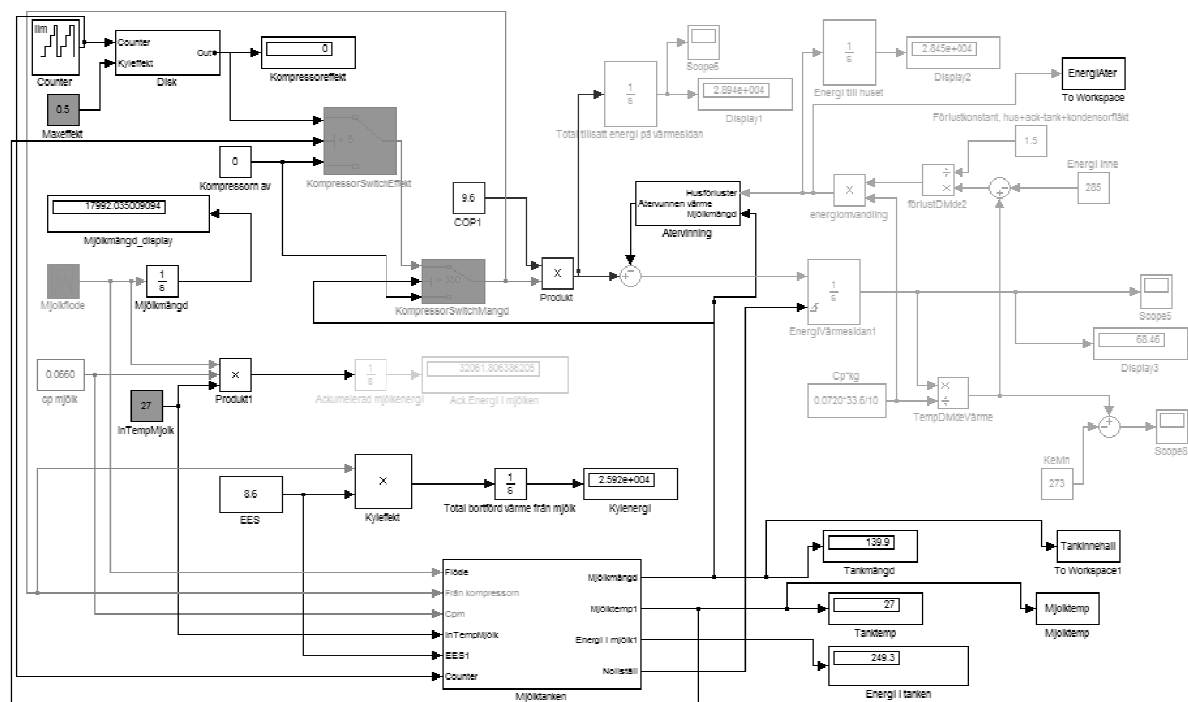
Figur 11 Principskiss (Nordman 2010).

På gården med konventionellt mjölkstall finns ej någon värmeåtervinning i dagsläget och mätningar har gjorts på varmvattenförbrukning, temperatur på förbrukat varmvatten, energiförbrukning för uppvärmning av varmvatten samt energiförbrukning för kylning av mjölk. Även producerad mjölmängd samt temperaturen på kyld mjölk registrerades. Data från mätningarna analyserades och teoretiska beräkningar på potentiell tillgänglig värme från kylanläggningen gjordes.

6.3 Falkenberg i Simulink

Med utgångspunkt ur mätdata från en mjölkkyllanläggning med robotmjölkning, tidigare beskriven under avsnitt 7.1, konstruerades en modell i MATLABs simuleringsverktyg Simulink. Modellen i Simulink, fortsättningsvis benämnd modellen, användes för analys med högre upplösning än MATLAB-programmet. Modellparametrarna kan ställas in både direkt i modellen eller enkelt via ett tillhörande användargränssnitt och simuleringresultaten kan sparas i MATLAB för vidare beräkningar och analys.

6.3.1 Beskrivning av modellen



Figur 12 Översiktsbild över Simulinkmodellen, se även bilaga I

Modellen är uppbyggd efter den tidigare beskrivna anläggningen med robotmjölkning. Mjolkflödet är den drivande kraften i modellen, kommer det inte någon mjölk står kylanläggningen och kompressorn still och det finns inte någon värme att ta upp i återvinningskretsen. Kompressorn startar så snart det finns tillräckligt med mjölk att kyla, för att undvika isbildning i mjölken krävs en lägstanivå i tanken innan kylan startar. Lägsta mjölkvolymen för att kylkompressorn ska starta varierar beroende på tankens utformning och ställs in av användaren före simulering. Så länge mjölkvolymen är tillräcklig är det mjölktemperaturen som styr om kompressorn går eller ej. Så snart temperaturen överstiger ett av användaren valt gränsvärde startar kompressorn. När kompressorn går produceras värme på värmesidan i kylanläggningen och vätskan i återvinningskretsen kan ta upp värme som sedan kan avges till lämplig värmeförbrukare. I modellen tas inte någon hänsyn till vad energin används till. Varannan dag, i samband med mjöltkötning diskas mjöltkanken vilket simuleras genom att kompressorn är avstängd under tiden disk sker.

6.3.2 Förenklingar, anpassningar och antaganden

Då inte några mätningar gjorts i bostaden utan endast temperaturförändringar i värmeåtervinningskretsen registrerats antas huset tillsammans med förrådsberedaren, där eventuellt kvarvarande värmeenergi anges vara en gemensam källa till temperaturförändringarna och modelleras som en "svart låda" i Simulink. Den totala värmeenergin avgiven till dessa källor anses vara möjlig värmeenergi för återvinning.

Eftersom variationerna i mjölkflödet från mjölkkningsrobotorna ej är kända approximeras mjölkflödet till anläggningen med en slumpfunktion där medelvärdet motsvarar ett kontinuerligt flöde. Modellen tar ej hänsyn till att mjölkens upphållstid i ledning måste begränsas till max 15 min.

För att säkerställa att kyleffekten aldrig blir för liten till följd av lågt köldmedieflöde efter kondensatorn antas 1/3 av värmen kylas bort i en kondensatorfläkt.

7 Teori beräkningsunderlag

För att undersöka effekten av olika energieffektiviseringsåtgärder valdes åtta stycken fiktiva typgårdar. Då mönstret för mjölkstillförseln och med den värmestillförseln skiljer sig markant mellan gårdar med konventionell mjölkning och gårdar med robotmjölkning valdes en referensgård med konventionell mjölkning samt en referensgård med robotmjölkning, referensgårdarna saknar både förkylning av mjölken och värmeåtervinning. Beräkningar för referensgårdarna jämförs med beräkningar över gårdar med förkylning eller värmeåtervinning.

Samtliga gårdar antas ligga i Mellansverige med ett bostadshus byggt omkring år 1980 och en uppvärmd yta på 150 m². Referensgårdarna, en med konventionell mjölkning och en med robotmjölkning saknar såväl förkylning som värmeåtervinning. Förutom referensgårdarna undersöktes sex typgårdar till, tre från varje mjölkningssystem med i övrigt lika system. De tre system som undersöktes var ett system med förkylning av mjölken, detta saknar värmeåtervinning, samt två system utan förkylning, men med värmeåtervinning. De alternativ för värmeåtervinning som undersöktes var värmeåtervinning till varmvatten i stallet samt värmeåtervinning för uppvärmning av bostaden samt uppvärmning av vatten i stallet.

7.1 Kylberäkningar

För en mjölkgård är det viktigt att ha en fungerande kylanläggning som klarar att effektivt kyla mjölken för att upprätthålla en god livsmedelshygien och följa befintliga regelverk.

7.1.1 Kyleffektbehov

Kyleffektbehovet beror på hur mycket mjölk som behöver kylas på en viss tid vilket leder till ett relativt större kyleffektbehov för en gård med konventionell mjölkning än en gård med robotmjölkning där mjölken kommer kontinuerligt till tanken. I en robotanläggning är det tiden det tar att diska tanken som spelar roll eftersom det under den tiden samlas varm mjölk som behöver kylas. Om möjlighet till förkylning av mjölken finns minskar kyleffektbehovet och även nödvändig energi till kylning, men samtidigt minskar potentialen för värmeåtervinning.

Kyleffektbehovet beräknas genom Ekvation 6. Där $Q_{mjölk}$ vid konventionell mjölkning är energin i mjölken efter en mjölkning och vid robotmjölkning energin i mjölken som levereras när tanken diskas. Kyltiden, t_{kyl} , är den maximalt tillåtna kyltiden för mjölken, 3 h vid konventionell mjölkning samt 2,5 h vid robotmjölkning.

$$P_{kyl} = \frac{Q_{mjölk}}{t_{kyl}}$$

Ekvation 6 Kyleffektbehov

7.1.2 Kompressoreffekt och energiförbrukning

Kylanläggningens kompressoreffekt beror av anläggnings kyleffektfaktor, COP_k . En modern kylanläggning har en COP_k på ca 2-2.5, vilket ger en kompressoreffekt på knappt halva kyleffektbehovet. Energiförbrukningen för kylanläggningen beror på kompressoreffekten samt användningstiden enligt Ekvation 7.

$$Q_{kompressor} = P_{kompressor} * t$$

Ekvation 7 Elenergibehov för kompressor

7.2 Värmeberäkningar

Om värmeåtervinning från mjölkkylla ska bli aktuellt krävs det att det finns avsättning för den återvunna värmen. Föruppvärmning av varmvatten samt uppvärmning av lokaler är två möjliga alternativ.

7.2.1 Energibehov uppvärmning

Värmeenergibehovet i en byggnad varierar beroende på byggnadens utformning och placering. Värmeförlusterna i byggnader beror av värmeledning genom ytterväggar inklusive dörrar och fönster, tak och golv samt ventilationen (Abel, Elmroth 2008). En viktig faktor för värmeförlusterna är yttertemperaturen vilket leder till stora variationer i uppvärmningsbehovet över året. Vid energiberäkningar för bostadshus i de fall där användaren inte känner till energibehovet tas hänsyn till byggnadsår, geografisk placering samt uppvärmd yta. Energibehovet beräknas enligt Ekvation 8 med antagandet att huset är ett tvåvåningshus utan källare med oisolerad vind alternativt platt tak samt att huset är kvadratisk. Den uppvärmda ytan förväntas vara jämt fördelad över våningarna och takhöjden 2,5 meter. Husets genomsnittliga värmegenomgångstal, U medel antas endast bero av husets byggnadsår (Sandberg 2005). För geografisk placering finns tre alternativ, norra, mellersta eller södra Sverige där temperaturerna representeras av graddagar, se bilaga IV, för Luleå, Uppsala respektive Lund.

$$Q_{uppvärmning} = U_m * A_{temp} * graddagar$$

Ekvation 8 Värmeenergibehov i bostaden

7.2.2 Effektbehov uppvärmning

Förutom energibehovet för uppvärmning måste det finnas tillräcklig effekt tillgänglig för att klara av uppvärmningen under årets kallaste dagar. Husets effektbehov för uppvärmning beräknas beroende på husets konstruktion, storlek och geografiska läge. Antaganden om husets utformning och geografiska placering är samma som vid energiförbrukningsberäkningarna, se kapitel 7.2.1. För husets konstruktion finns tre alternativ, lätt, medel eller tung konstruktion. En lätt konstruktion har bärande en bärande konstruktion av trä- eller tunnplåtsreglar samt lätta bjälklag, en medeltung konstruktion består av tunga bjälklag och lätta utfackningsväggar och en tung konstruktion består av exponerade betongytor i bjälklag, innerväggar och ytterväggar (Abel, Elmroth 2008). Utifrån byggnadens konstruktion beräknas byggnadens värmekapacitet enligt schablonvärden. (Sandgren 2005) Byggnadens värmekapacitet används för att beräkna byggnadens tidskonstant. Med hjälp av referensortens dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT, och byggnadens tidskonstant kan effektbehovet beräknas enligt Ekvation 9 Värmeeffektbehov för uppvärmning (Boverket 2009).

$$\dot{Q}_{\text{värme}} = (T_{\text{inne}} - DVUT) * A_{\text{temp}} * U_m$$

Ekvation 9 Värmeeffektbehov för uppvärmning

7.2.3 Varmvattenförbrukning

Behovet av energi för varmvattenuppvärmning är i princip konstant över året både ute i stallet och inne i bostaden. I bostaden är antalet boende i bostaden den viktigaste faktorn för varmvattenförbrukningen. Varmvattenförbrukningen i stallet kan variera kraftigt mellan gårdarna och beror av flertalet faktorer. Generellt sett gör en gård med robotmjölkning av med mer vatten per ko än en gård med konventionell mjölkning, men det finns stora variationer (Brøgger Rasmussen, Pedersen, 2004, Hörndahl 2007).

Då behovet av varmvatten varierar mycket mellan olika gårdar och det är svårt för användaren att veta vilken temperatur förbrukat varmvatten håller redovisas endast potentiell mängd vatten, förvämt till ca 40°C i de fall där det är relevant. Varmvattenpotentialen, VV, beräknas enligt Ekvation 10.

$$VV = \frac{Q_{\text{återvunnen}}}{(40 - T_{KV}) * c_{p,H_2O}}$$

Ekvation 10 Potentiell mängd vatten vid 40°C

7.3 Dimensionering

Med resultaten från beräknat kylbehov för mjölken och beräknat värmebehov för uppvärmning kan ytterligare energibehov för bostads- och varmvattenuppvärmning beräknas. Kylbehovet är i princip konstant över året precis som uppvärmningsbehovet för varmvatten, medan uppvärmningsbehovet för bostaden varierar med årstiderna vilket kan leda till ett värmeöverskott under sommarmånaderna samtidigt som kompletterande uppvärmningsbehov föreligger under vinterhalvåret. Värmebalansen beräknas dels för bostadsuppvärmning kombinerat med förvärmning av varmvattnet samt endast varmvattenuppvärmning.

7.4 MATLAB GUI

För att möjliggöra en överblick över en mjölkgårds värmeåtervinningspotential konstruerades ett MATLAB-program med tillhörande grafiskt användargränssnitt, GUI. Beräkningarna bygger på tidigare beskrivna fysikaliska samband och använder sig av användarens inmatade värden för den aktuella anläggningen. Programmet är uppbyggt av flera MATLABfiler som utifrån inmatade värden beräknar effektbehov för kylanläggning respektive värme i bostadshuset samt varmvatten, energi från mjölken, tillgänglig energi från mjölkanläggningen samt energibehov för uppvärmning och varmvattenproduktion. Beräkningsresultaten presenteras i såväl tabeller som diagram direkt i användargränssnittet, men kan också enkelt sparas för vidare beräkningar eller analys i MATLAB eller exporteras till Microsoft Excel.

8 Resultat

Här presenteras resultaten uppdelade under rubrikerna "mätdata", "simuleringsresultat" och "teoretiska beräkningar med MATLAB"

8.1 Mätdata

Resultatet av utförda mätningar redovisas med ett kapitel för robotanläggningen samt ett kapitel för gården med konventionell mjölkning.

8.1.1 Robotanläggning

Mätningarna på mjölkgården med robotanläggning utfördes av Roger Nordman, SP, under perioden 7 september – 5 oktober 2010. Under mätperioden hade gården 74 mjölkande kor och producerade 45829 liter mjölk. Den 5 maj 2011 kompletterades mätningarna med temperaturmätningar på mjölken ut från roboten samt in i tanken. Då det fysiska avståndet mellan robot och tank medför att mjölken transporteras ca 50 meter i rör sjunker temperaturen från ca 31-32°C till ca 25-28°C beroende på mjölkflödet i rören. Då dessa temperaturmätningar endast är genomförda under en kort tid antas all mjölk ha temperaturen 26,5° C när den anländer till kyltanken. Den kylda mjölken, hade vid hämtning, i snitt temperaturen 4,5°C vilket ger en temperaturskillnad på 22°C som kylanläggningen behöver producera. 22°C motsvarar en energimängd på 3932128 kJ eller 1093 kWh.

Den upptagna energimängden i återvinningskretsen var 890 kWh och elförbrukningen i kylkompressorn uppmättes till 95 kWh under samma period. Under antagandet att ca 1/3 av värmen kyla bort i kondensorfläkten ger detta totalt 1335 kWh värme från kylanläggningen. Dessa resultat ger en effektivitetsfaktor för kyla, COP_k , på 11,5 samt en effektivitetsfaktor för värme, COP_v , på 14,1. Effektivitetsfaktorn för nyttig värme, som kan tas upp av återvinningskretsen är 9,4. Då de uppmätta värdena resulterar i orimligt höga effektivitetsfaktorer redovisas i Tabell 1 även elenergiförbrukningen samt COP för totalvärmen och COP för nyttig värme även vid de valda kyleffektivitetsfaktorerna 2 respektive 2,5.

Tabell 1 Mätresultat Falkenberg

	Kylenergi behov [kWh]	Upptagen värme [kWh]	Värme till kondensorfläkt [kWh]	Total värme [kWh]	Elenergi- behov [kWh]	COP_v [kWh]	Nyttig COP_v [kWh]	COP_k [kWh]
Mätresultat	1093	890	445	1335	95	14,1	9,4	11,5
COP_k 2	1093	890	445	1335	547	3,0	1,6	2,0
COP_k 2,5	1093	890	445	1335	437	3,5	2,0	2,5

I stallet förbrukades under mätperioden 91675 liter varmvatten med en snittemperatur på 42°C. Med medeltemperaturen 13°C på ingående kallvatten krävs totalt ca 2890 kWh för uppvärmning av varmvattnet. Elförbrukningen för uppvärmning av varmvatten i den ena varmvattenberedaren överskred mätloggerns kapacitet varför den är okänd.

En ytterligare intressant detalj som framgick av mätdata var att temperaturen uppmätt i återvinningskretsen efter bostaden ofta var högre än temperaturen i återvinningskretsen före bostaden.

8.1.2 Mätdata konventionell anläggning

Mätningarna på gården med konventionell mjölkning genomfördes av Roger Nordman, SP, under perioden 8 september – 6 oktober 2010. Under mätperioden producerades 76715 liter mjölk med den genomsnittliga temperaturen 3,2°C efter kylning. Elenergiförbrukningen hos kompressorn uppgick till 1086 kWh under samma period.

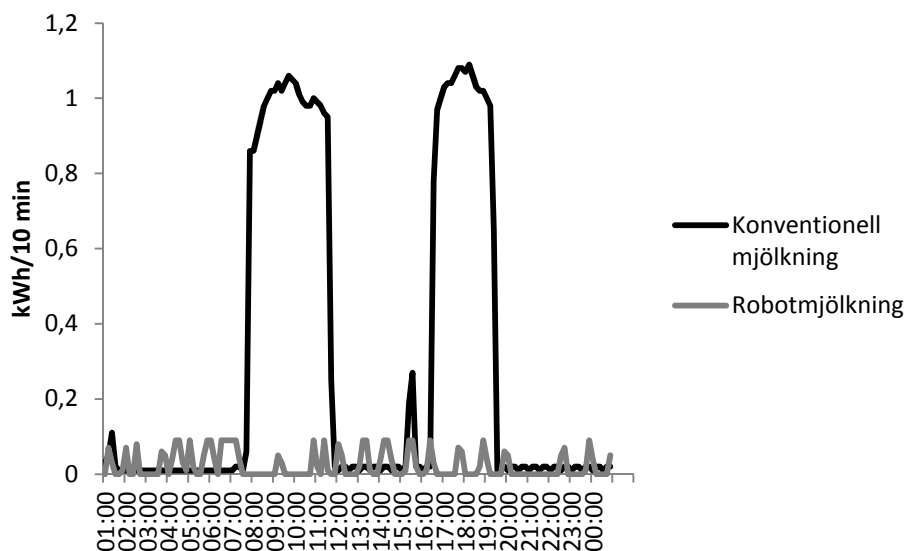
Med en antagen mjölktemperatur på 35°C in till kyltanken var kylenergiebehovet 2642 kWh vilket ger en kyleffektivitetsfaktor på 2,2.

Gården gjorde samtidigt av med ca 47488 liter varmvatten med snittemperaturen 70°C.

Temperaturen på vattnet in till varmvattenberedaren var i medel 30°C vilket ger ett energibehov på 2234 kWh för varmvattenuppvärmning. Elförbrukningen för varmvattenuppvärmning är okänd då mätloggerns kapacitet överskreds.

8.1.3 Mätdata jämförelse

En viktig skillnad mellan gårdarna som beror av olika mjölkningssystem är när värmeenergin finns tillgänglig. Vid konventionell mjölkning kommer all energi vid ett fåtal tillfällen per dygn beroende på antalet mjölkningar medan en robotanläggning ger jämn energitillförsel över dygnet. Detta åskådliggörs i Figur 13 där kompressorns energiförbrukning under ett dygn visas för den konventionella gården, med två mjölkningar per dygn, respektive gården med robotmjölkning.



Figur 13 Elenergifördelning för kylkompressorn under ett dygn

Vid mjölkning två gånger per dygn syns tydliga toppar i energiförbrukningen timmarna efter mjölkning, medan energiförbrukningen för kompressorn i ett robotsystem är jämn över dygnet. Beroende på vad värmen ska användas till kan någon typ av energilagring behövas för att fördela energin från konventionell mjölkning jämnt över dygnet.

8.2 Simuleringsresultat

I Tabell 2 redovisas resultatet från de simuleringar som gjorts över gården med robotmjölkning i Simulinkmodellen. Samtliga simuleringar körs över ett år.

Tabell 2 Resultat från simuleringar

	Antal kor [st]	Mjölkproduktion [l]	Elenergi- förbrukning [kWh]	COP [1]	COP nyttig [1]	Total värme [kWh]	Återvunnen värme [kWh]
Mätdata (extrapolerad)	74	549982	1140	12,5	9,4	16020	10680
Simulering 1	74	549982	1233	12,5	9,4	18047	12091
Simulering 2	74	549982	5965	3,5	2,5	21857	14644
Simulering 3	100	743219	1634	12,5	9,4	26346	17652
Simulering 4	150	1114828	2452	12,5	9,4	39829	26685
Simulering 5	200	1486438	3268	12,5	9,4	59480	39852

Simulering 1 gjordes efter gårdens grundförutsättningar för att se hur väl modellen stämmer överrens med verkligheten. I Tabell 2 kan utläsas att modellen beräknar ett högre kylbehov vilket leder till mer återvunnen värme, 12091 kWh istället för uppmätta 10680 kWh

Inför simulering 2 ändrades kyl- respektive värmeeffektfaktorn till rimligare värden för att se vilken storleksordning elförbrukningen hamnar i. Elförbrukningen blev enligt modellen 6965 kWh till skillnad mot uppmätta 1140 kWh.

Till simulering 3-5 förändrades antalet kor till 100, 150 samt 200, för att se hur mängden återvunnen värme påverkas. Den återvunna värmen uppgick i simuleringarna till 17651, 26685 respektive 39852 kWh.

För att det ska vara intressant att återvinna värmen krävs avsättning av värmen. Den bostad som använts för jämförande mellan olika referensgårdar förväntas förbruka 18165 kWh/år och under förutsättningen att lämpligt lågtemperatursystem används för värmespridning i bostaden kan, om tillräckligt med energi finns, hela uppvärmningsbehovet täckas av energi från kylanläggningen. Effektbehovet för bostadshuset beräknades till 4,5 kW. Hänsyn tas också till antagandet att inget uppvärmningsbehov föreligger under sommaren, maj – september. I Tabell 3 visas förslag på hur värmen kan användas i de olika simulerade fallen.

Tabell 3 Simuleringsresultat

	Återvunnen värme [kWh]	VV*- potential [kWh]	Balans Bostadsvärme [kWh]	VV* inkl. bostadsvärme [kWh]	Tillgänglig effekt [kW]
Mätdata	10680	318	-10356	85	1,2
Simulering 1	12091	360	-9255	99	1,4
Simulering 2	14644	436	-7766	126	1,7
Simulering 3	17652	525	-6149	168	2,0
Simulering 4	26685	794	-2177	318	3,0
Simulering 5	39852	1186	21686	645	4,5

*VV = Varmvatten

När värmen beräknas användas till bostadsvärme tas hänsyn till temperaturvariationer över året vilket gör att varmvatten kan förvärmas, under sommarmånaderna, trots att hela bostadens värmebehov ej är uppfyllt. Enligt insamlad mätdata förbrukade gården 1100 kWh varmvatten per år, föruppvärmning för allt vatten skulle enligt simuleringsresultaten endast i simulering 5, med 200 mjölkkor. Medeltemperaturen, 42°C, samt mediantemperaturen, 48°C på varmvattnet var dock låg och en stor del av vattnet uppnådde ej 40°C vid tappning vilket gör att den återvunna värmen kan räcka till en större volym vatten. Även om den återvunna värmen ska användas till bostadsvärme krävs det enligt simuleringarna 200 stycken mjölkkor, vid 150 kor saknas 2177 kWh vilket motsvarar ca 12 % av det totala uppvärmningsbehovet. Effektbehovet uppfylls även det först med 200 mjölkkor. Fullständiga resultat redovisas i bilaga II.

8.3 Resultat av teoretiska beräkningar med MATLAB

Med hjälp av MATLAB gjordes teoretiska beräkningar för värmeåtervinningspotentialen på referensgårdarna samt beräkningar på de uppmätta gårdarna för att jämföra beräkningsresultatet med mätdata.

8.3.1 Jämförelse empiriska data, teoretiska beräkningar

I Tabell 4 visas jämförelse mellan teoretiska beräkningar gjorda i MATLAB och uppmätta data på försöksgårdarna.

Tabell 4 Jämförelse mellan teoretiska beräkningar i MATLAB och mätdata

	Mängd mjölk [l]	Kylenergibehov [kWh]	Elenergiförbrukning [kWh]	40°C VV*- potential [l]
Robot MATLAB	549948	20788	9038	50464
Robot Mätdata	549948	13116	1140	
Konventionell mjölkning MATLAB	920580	34798	15130	84473
Konventionell mjölkning Mätdata	920580	31704	13032	

*VV = Varmvatten

Mätresultaten från försöksperioden för de båda gårdarna extrapolerades linjärt till ett årsvärde som sedan användes för jämförande beräkningar i MATLAB. För gården med konventionell mjölkning har

kylenergibehovet överskattats med ca 10%, men ligger i samma storleksordning. Kylenergibehovet för gården med robotmjölkning har överskattats med ca 60 %, en anledning är att den antagna temperaturen in till mjöltkanken i MATLAB är 35°C tillskillnad från 27°C i verkligheten. Även elenergiförbrukningen är högre för robotanläggningen i MATLAB än uppmätt data.

8.3.2 Referensgårdarna

I MATLAB beräknades även potentialen för de valda referensgårdarna med hjälp av användargränssnittet.

Tabell 5 Resultat för referensgårdarna

50 kor	Mängd mjölk [l]	Anta l kor [st]	Kylenerg ibehov [kWh]	Elenergiför brukning [kWh]	Värmebehov bostad [kWh]	Uppvärmni ngsbehov [kWh]	40°C VV*- potential [kWh]
Ej återvinning	460000	50	14490	6300	18165	18165	0
ÅV* till VV* i stall	460000	50	17388	7560	18165	18165	422
ÅV* till bostad samt VV*	460000	50	14490	6300	18165	8190	100
Förkylning	460000	50	7728	3360	18165	18165	0
100 kor							
Ej återvinning	920000	100	28980	12600	18165	18165	0
ÅV* till VV* i stall	920000	100	34776	15120	18165	18165	844
ÅV* till bostad samt VV*	920000	100	28980	12600	18165	1786	290
Förkylning	920000	100	15456	6720	18165	18165	0
150 kor							
Ej återvinning	1380000	150	43470	18900	18165	18165	0
ÅV* till VV* i stall	1380000	150	52164	22680	18165	18165	1266
ÅV* till bostad samt VV*	1380000	150	43470	18900	18165	0	597
Förkylning	1380000	150	23184	10080	18165	18165	0
200 kor							
Ej återvinning	1840000	200	57960	25200	18165	18165	0
ÅV* till VV* i stall	1840000	200	69552	30240	18165	18165	1688
ÅV* till bostad samt VV*	1840000	200	57960	25200	18165	0	948
Förkylning	1840000	200	30912	13440	18165	18165	0

*VV = Varmvatten, ÅV = återvinning

I Tabell 5 visas beräkningar utförda på referensgårdarna i MATLAB. Då modellen endast visar totalt energibehov och återvinningspotential syns ej någon skillnad mellan en gård med konventionell mjölkning och en gård med robotmjölkning, däremot skiljer kyleffektbehovet mellan gårdarna vilket visas i Tabell 6. Samtliga gårdar antas ha samma byggnad och geografisk placering vilket leder till att värmeeffektbehovet och överensstämmer på samtliga gårdar.

Tabell 6 Kyl och värmeeffekt

	Utan förkylning [kW]	Med förkylning [kW]	Värmeeffektbehov [kW]
Konventionell mjölkning 50 kor	6,6	2,9	4,5
Robotmjölkning 50 kor	1,3	0,6	4,5
Konventionell mjölkning 100 kor	13,2	5,9	4,5
Robotmjölkning 100 kor	2,6	1,2	4,5
Konventionell mjölkning 150 kor	19,8	8,8	4,5
Robotmjölkning 150 kor	4,0	1,8	4,5
Konventionell mjölkning 200 kor	26,5	11,8	4,5
Robotmjölkning 200 kor	5,3	2,4	4,5

9 Diskussion och slutsatser

9.1 Mätresultat

Då den framräknade effektivitetsfaktorn för kyla, COP_k , hos kylanläggningen på robotanläggningen beräknades till 11,5 samt effektivitetsfaktorn för värme, COP_v , till 14,1 framstår resultaten som orimliga. Resultatet beror antagligen på mätfel och det är troligen mätresultatet för kompressorns elenergiförbrukning som ligger långt under det rätta värdet. För kylanläggningen på gården med konventionell mjölkning beräknades COP_k till 2,2 vilket överensstämmer med förväntade värden enligt litteraturen. Även om elförbrukningen inte blivit korrekt uppmätt för den ena kylanläggningen kan en viktig skillnad visas mellan en gård med robotmjölkning och en gård med konventionell mjölkning genom att titta på när kylkompressorn arbetar. I Figur 13 kapitel 8.1.3, visas hur kompressorerna arbetar ett dygn och skillnaden mellan de olika mjölkningssystemen är tydlig. Robotmjölkning ger ett jämnt kyleffektbehov över dygnet jämfört med konventionell mjölkning där i princip all kylenergi förbrukas under några timmar i samband med mjölkning. Beroende på användningsområde kan det vid återvinning av värmen vara nödvändigt att kunna fördela energiuttaget över dygnet och någon form av värmelager kan behövas.

9.2 Teoretiska beräkningar

Vid jämförelse mellan uppmätta data och beräkningar i MATLAB med producerad mjölmängd som indata stämmer värdena för kylenergibehov samt kompressorns elförbrukning väl för gården med konventionell mjölkning. För robotanläggningen har såväl kylbehov som elbehov överskattats. En anledning till att kylbehovet överskattas beror på att modellen antar att mjölken går direkt från robot in i tanken och då antas hålla en temperatur omkring 35°C, på den aktuella gården transporteras mjölken genom ca 50 meter rör i stallbyggnaden innan den når tanken vilket leder till att mjölkens temperatur hinner sjunka till ca 25-28°C. Då elbehovet för kompressorn beror av kylenergibehovet är det väntat att även det värdet överskattats av modellen, en ytterligare bidragande orsak till överskattat elbehov är att mätningarna på kompressorns elbehov troligen blivit felaktiga enligt kapitel 9.1.

Eftersom det var svårt att hitta tillfredställande bra källor till vid vilka temperaturer varmvatten användes hur stor förbrukningen på en mjölkgård förväntas vara beräknas endast potentialen för att förvärma vattnet till ca 40°C, dessutom antas att ingående kallvatten håller 13°C vilket kan variera. Bostadens uppvärmningsbehov beräknas beroende på yta, geografisk placering och byggår, detta ger

en uppskattning, men beroende på renoveringar, t.ex. i form tilläggsisolering eller fönsterbyte kan uppvärmningsbehovet vara annorlunda. Beroende på distributionssystem för värmen i bostadshuset och husets konstruktion beträffande drag längs golv och vid fönster kan den upplevda temperaturen skilja sig mellan olika byggnader och också bidra till variation av uppvärmningsbehovet.

9.3 Simulering

Då en förenkling i modellen består av att all värme från kondensorsidan av kylanläggningen räknas ihop och att värmeavgången från återvinningskretsen beräknas genom att dividera temperaturskillnaden mellan ingående kallvattentemperatur och temperaturen i återvinningskretsen med en konstant. Denna modell fungerade bra då för de mätdata som användes vid konstruerandet av modellen, men vid ändring av indata fungerade modellen sämre.

Simuleringsresultaten visar att det krävs en relativt stor besättning, ca 200 mjölkkor, för att täcka hela behovet för bostadsuppvärmning. Det betyder dock inte att det inte kan vara lönsamt att värma huset med återvunnen värme från mjölken och komplettera med annan uppvärmning de dagar det behövs. Ett annat alternativ är att acceptera en lägre inomhustemperatur under de kalla månaderna och därmed öka täckningsgraden för den återvunna värmen.

10 Referenser

10.1 Litteratur

- Abel, Enno, Elmroth, Arne, "Byggnaden som system", andra reviderade upplagan, 2008
- Alvarez, Henrik, "Energitekniker del 1", Tredje upplagan, Lund 2006
- Alvarez, Henrik, "Energitekniker del 2", Tredje upplagan, Lund 2006
- Boverket, "Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT", 2009
- Brown, Nils, Pettersson, Ola, "Värmedriven mjölkkyllning i syfte att öka lönsamheten vid gårdsbaserad biogaskraftvärme – En förstudie", Uppsala 2009
- Brøgger Rasmussen, Jan, Pedersen, Jørgen, "Electricity and Water Consumption at Milking", Danish Agricultural Advisory Service, Farmtest – Cattle nr. 17, 2004
- DeLaval(1), "Efficient Cooling", Tumba 2000
- DeLaval(2) "Efficient milking", 2001
- DeLaval(3), "Kylning för VMS"
- Ekeröth, Ingvar, Graneryd, Eric, "Tillämpad termodynamik", Stockholm 2006
- Fredriksen, Svend, Werner, Sven, "Fjärrvärme Teori, teknik och funktion", Upplaga 1:14, 1992
- Hall, H S, Basic Mechanics, kapitel 2 "Machine Milking" Technical Bulletin reprint, The National Institute for Research in Dairying, England, The Hannah Research Institute, Scotland, 1983
- Hassmyr, Leif, "Kylmaskin/värmepump", Kurslitteratur Fysiska institutionen, Umeå Universitet, 2001
Tillgänglig 110518 via
http://www8.tfe.umu.se/courses/energi/Termodynamik_B_7p/2006/lab/V%E4rmepump_NOenergi_2001-03-27.pdf
- Hörndahl, Torsten, "Energiförbrukning i jordbrukets driftbyggnader", Rapport 145, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp 2007
- Levin, Per, "Anvisningar för val av brukarindata för beräkning av specifik energianvändning i bostäder Slutrapport till SBUF", Projektengagemang Energi & klimatanalys AB, 2009
- Mårtensson, Alf-Göran, "Energibesparing med värmepump – stalluft som värmekälla", Aktuellt från lantbruksuniversitet Nr 260, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala 1978
- Nilsson, Maria, "Mjölkkor", Stockholm 2009
- Sandberg, Eje., EDITOR. "Energideklarering av bostadsbyggnader - Underlagsrapport Systemdelar", Delområde klimatskärm, 2005
- Svensk Mjölk, "Planering och utformning av mjöltkankrum med anslutande serviceutrymmen", 2007
- Jordbruksverket, "Djurskyddsbestämmelser Nötkreatur", Jordbruksinformation 12, Jönköping 2008

Svensk mjölk, "Mjölk i siffror", 2011

Wedholms, produktblad Interpac

10.2 Internet

Svensk Mjölk, tabell över antal kor, 2010-09-21,

<http://www.svenskmjolk.se/Mejerimarknad/Koantal-och-mjolkavkastning-/>

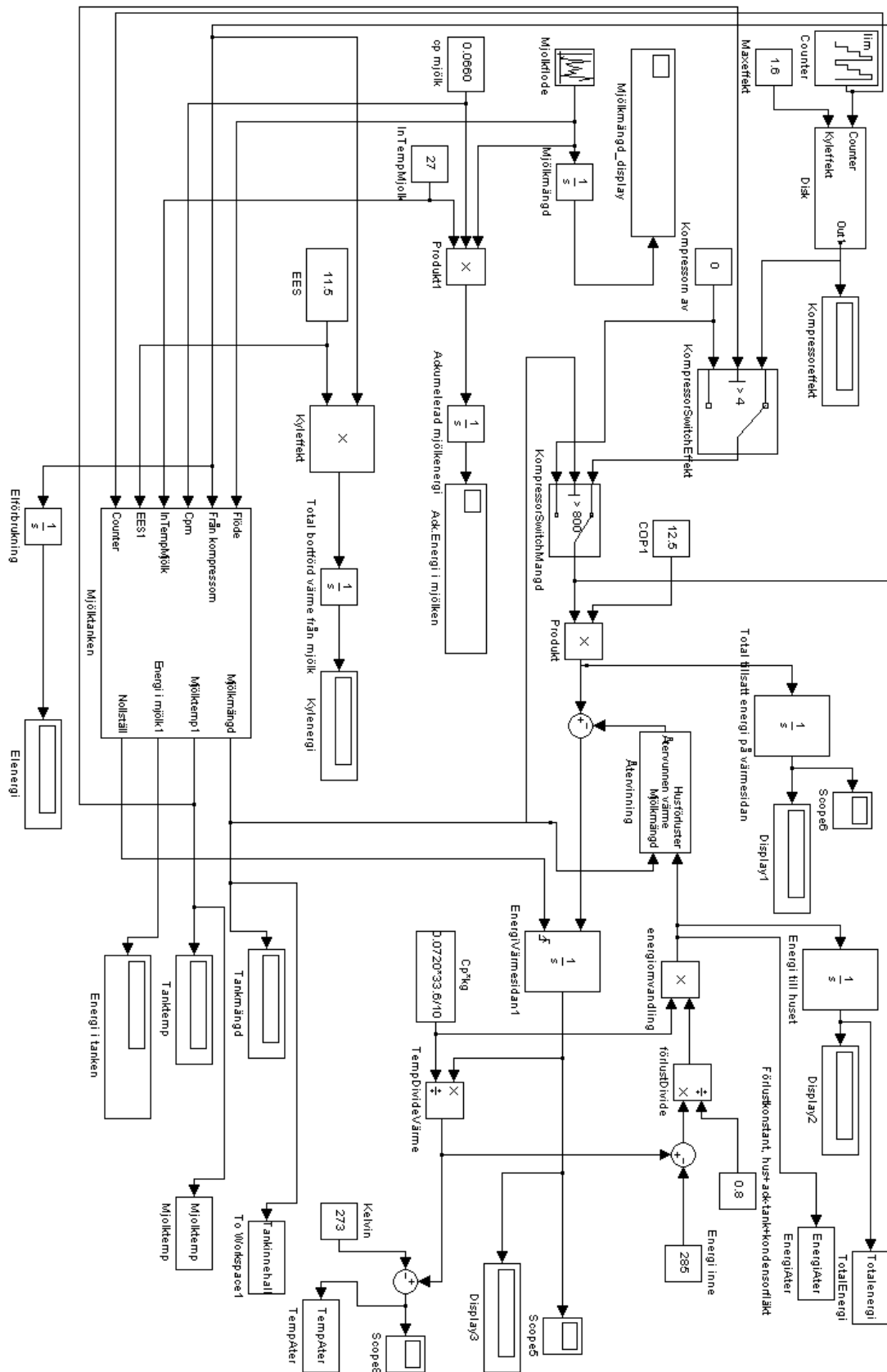
DeLaval, "Så fungerar värmeåtervinning?", 2011-05-25, http://www.delaval.se/Products/Milk-Cooling/V%C3%A4rme-%C3%A5tervinning/Hur-fungerar+-DeLaval+varmeatervinning/Default.htm?wbc_purpose=basicAbout_DeLava

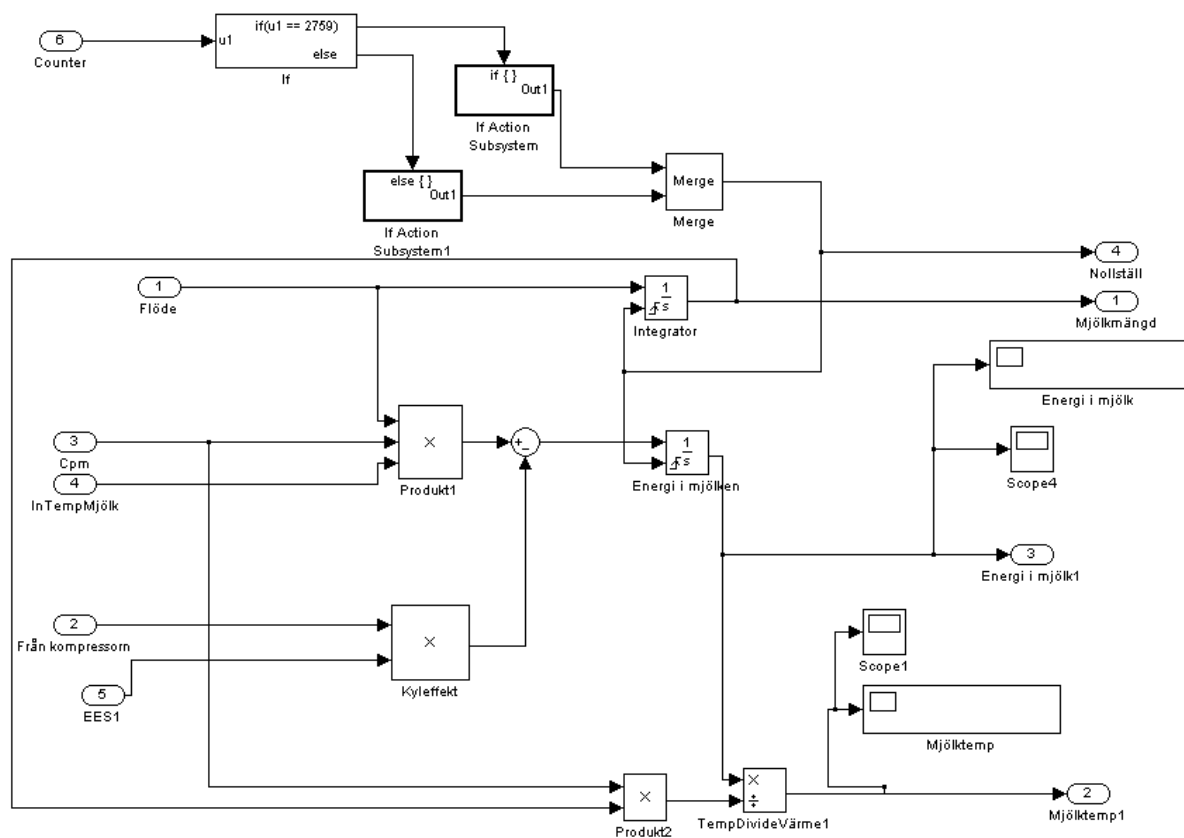
10.3 Personliga referenser

Roger Nordman, SP, mätdata samt principskisser

Torsten Hörndahl, SLU Alnarp, mätdata

Bilagor





Figur 2 Simulinkmodellen, subsystem Mjölktank

Bilaga II

Tabell 1 Resultat från simulering med mätdata

Mätdata	Månadsbehov	Tillgänglig	Balans	Vatten
Januari	2929	890	-2039	0
Februari	2802	890	-1912	0
Mars	2585	890	-1695	0
April	1834	890	-944	0
Maj	1167	890	-277	0
Juni	0	890	890	26488
Juli	0	890	890	26488
Augusti	0	890	890	26488
September	689	890	201	5975
Oktober	1334	890	-444	0
November	2068	890	-1178	0
December	2757	890	-1867	0
Totalt	18165	10680	-10356	85439

Tabell 2 Resultat från simulering 1

Simulering 1	Månadsbehov [kWh]	Tillgänglig [kWh]	Balans [kWh]	Vatten [l]
Januari	2929	1008	-1922	0
Februari	2802	1008	-1794	0
Mars	2585	1008	-1577	0
April	1834	1008	-827	0
Maj	1167	1008	-160	0
Juni	0	1008	1008	29989
Juli	0	1008	1008	29989
Augusti	0	1008	1008	29989
September	689	1008	318	9475
Oktober	1334	1008	-326	0
November	2068	1008	-1060	0
December	2757	1008	-1749	0
Totalt	18165	12091	-9255	99442

Tabell 3 Resultat från simulering 2

Simulering 2	Månadsbehov [kWh]	Tillgänglig [kWh]	Balans [kWh]	Vatten [l]
Januari	2929	1220	-1709	0
Februari	2802	1220	-1581	0
Mars	2585	1220	-1364	0
April	1834	1220	-614	0
Maj	1167	1220	53	1579
Juni	0	1220	1220	36320
Juli	0	1220	1220	36320
Augusti	0	1220	1220	36320
September	689	1220	531	15806
Oktober	1334	1220	-114	0
November	2068	1220	-847	0
December	2757	1220	-1537	0
Totalt	18165	14644	-7766	126345

Tabell 4 Resultat från simulering 3

Simulering 3	Månadsbehov [kWh]	Tillgänglig [kWh]	Balans [kWh]	Vatten [l]
Januari	2929	1471	-1458	0
Februari	2802	1471	-1331	0
Mars	2585	1471	-1114	0
April	1834	1471	-363	0
Maj	1167	1471	304	9038
Juni	0	1471	1471	43779
Juli	0	1471	1471	43779
Augusti	0	1471	1471	43779
September	689	1471	782	23266
Oktober	1334	1471	137	4077
November	2068	1471	-597	0
December	2757	1471	-1286	0
Totalt	18165	17652	-6149	167719

Tabell 5 Resultat från simulering 4

Simulering 4	Månadsbehov [kWh]	Tillgänglig [kWh]	Balans [kWh]	Vatten [l]
Januari	2929	2224	-706	0
Februari	2802	2224	-578	0
Mars	2585	2224	-361	0
April	1834	2224	389	11592
Maj	1167	2224	1056	31443
Juni	0	2224	2224	66184
Juli	0	2224	2224	66184
Augusti	0	2224	2224	66184
September	689	2224	1535	45671
Oktober	1334	2224	890	26482
November	2068	2224	156	4642
December	2757	2224	-533	0
Totalt	18165	26685	-2177	318382

Tabell 6 Resultat från simulering 5

Simulering 5	Månadsbehov [kWh]	Tillgänglig [kWh]	Balans [kWh]	Vatten [l]
Januari	2929	3321	392	11657
Februari	2802	3321	519	15460
Mars	2585	3321	736	21913
April	1834	3321	1487	44246
Maj	1167	3321	2154	64097
Juni	0	3321	3321	98838
Juli	0	3321	3321	98838
Augusti	0	3321	3321	98838
September	689	3321	2632	78325
Oktober	1334	3321	1987	59136
November	2068	3321	1253	37297
December	2757	3321	564	16785
Totalt	18165	39852	21686	645430

Bilaga III

```
function varargout = MjolkGUI(varargin)
% MJOLKGUI MATLAB code for MjolkGUI.fig
%   MJOLKGUI, by itself, creates a new MJOLKGUI or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = MJOLKGUI returns the handle to a new MJOLKGUI or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   MJOLKGUI('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in MJOLKGUI.M with the given input arguments.
%
%   MJOLKGUI('Property','Value',...) creates a new MJOLKGUI or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before MjolkGUI_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to MjolkGUI_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help MjolkGUI

% Last Modified by GUIDE v2.5 13-May-2011 16:00:37
% Emelie Karlsson

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
    'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
    'gui_OpeningFcn', @MjolkGUI_OpeningFcn, ...
    'gui_OutputFcn',  @MjolkGUI_OutputFcn, ...
    'gui_LayoutFcn',  @MjolkGUI_LayoutFcn, ...
    'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before MjolkGUI is made visible.
function MjolkGUI_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to MjolkGUI (see VARARGIN)
handles.mjolknr=1;
handles.forkylningnr=1;
handles.finnsplot=0;

% Choose default command line output for MjolkGUI
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes MjolkGUI wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
```

```

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = MjolkGUI_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in raknaknapp.
function raknaknapp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to raknaknapp (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

%-----
%-----Skapar systemkonstanter-----
%-----
handles.cpv=0.0012;% Cp vatten
handles.cpm=0.0010;% Cp mjölk

handles.EES=2.3;% Kylmaskinens kyleffektfaktor
handles.COP=3.3;% Kylmaskinens värmeeffektfaktor

handles.TKV=7;% Kallvattentemperatur [°C]
handles.TVV=40;% Varmvattentemperatur [°C]

handles.arsProdMjolk=9200;% 2010 enl. Svensk mjölk [kg]

%-----
%-----Läser in användardata från GUI-----
%-----
% Kylning
handles.antalKor=str2double(get(handles.inputantalkor,'String'));
handles.antalMjolkningar=str2double(get(handles.inputantalmjolkningardag,'String'));
handles.mjolkproduktion=str2double(get(handles.inputmjolkproduktion,'String'));
handles.mjolknr=get(handles.mjolkkningsystem,'Value');
handles.forkylningnr=get(handles.forkylning,'Value');
handles.atervinningsnr=get(handles.atervinning,'Value');

% värmning
handles.varmeforbrukning=str2double(get(handles.inputforbrukning,'String'));
handles.atemp=str2double(get(handles.inputatemp,'String'));
handles.geografisknr=get(handles.popgeografiskplacering,'Value');
handles.byggnadstyp=get(handles.popbyggnadstyp,'Value');
handles.byggar=get(handles.popbyggar,'Value');

%-----
%-----Tar fram systemnummer utifrån tidigare inlästa användarval-----
%-----

handles=systemnummer(handles);
sysnr=handles.Systemnummer;

% Kommunikerar med användaren i en textruta
if sysnr==999
    set(handles.kommunikation,'String','Nu har du allt valt ett konstigt kylsystem')
else
    set(handles.kommunikation,'String','Nu visas finfina beräkningar')
end

% Lämplig att ta bort...
set(handles.visa,'String',handles.Systemnummer)

% Anropar funktioner som beräknar allt runt mjölkkyllningen resp

```

```

%husuppvärmning och varmvattenförbrukning/uppvärmning

handles=kylberakningar(handles);
handles=varmning(handles);

%Dimensionerar kylbehov mot värmebehov
handles=dimensionering(handles);
handles=varmvatten(handles);

%-----
%-----Visar utdata i GUI-----
%-----

% Visar utdata i textutor
set(handles.dkyleffektbehov,'String',sprintf('%5g',handles.Kyleffektbehov))
set(handles.dvarmeeffektbehov,'String',sprintf('%5g',handles.Effektbehov))

%Skapar en fin matris med det vi önskar se i GUI.
%[här tänker jag förklara vad som finns i matrisen]
huvudmatris=[handles.manadKylenergibehov handles.Manenergibehov handles.ManadsvisForbrukning
handles.Uppvarmningsbehov handles.manadVVpotential];
handles.matris=huvudmatris;

% Visar resultaten i tabellen
summavektor=[handles.arKylEnergi handles.Energibehov handles.Varmningsbehov handles.totalUppvarmningsbehov
handles.arVVpotential];
handles.tabellmatris=[handles.matris; summavektor];
set(handles.tabell,'Data', handles.tabellmatris)

%plottar diagram
handles=plottadiagram(handles);
handles.legend=legend(handles.diagram,'Kylenergibehov','Elbehov kylanläggning','Värmebehov
bostad','Uppvarmningsbehov bostad','Varmvattenpotential','Location','NorthOutside');

%gör stapeldiagram
handles=stapeldiagram(handles);

%Ställer in synligheten för staplar och plottar beroende på användarval.
handles=synlig(handles);

%Berättar att det finns plottar för användaren att ändra inställningar på
handles.finnsplot=1;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

%-----
%-----Användarinmatning-----
%-----

%Information om kylbehovet

% --- Executes on button press in checkkandmjolk.
function checkkandmjolk_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkkandmjolk (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkkandmjolk

function inputantalkor_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputantalkor (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

```

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of inputantalkor as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of inputantalkor as a double
raknknapp_Callback(hObject, eventdata, handles)

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function inputantalkor_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputantalkor (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function inputantalmjolkningardag_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputantalmjolkningardag (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of inputantalmjolkningardag as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of inputantalmjolkningardag as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function inputantalmjolkningardag_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputantalmjolkningardag (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function inputmjolkproduktion_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputmjolkproduktion (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of inputmjolkproduktion as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of inputmjolkproduktion as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function inputmjolkproduktion_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputmjolkproduktion (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in forkylning.
function forkylning_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to forkylning (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

```

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns forkylning contents as cell array
%     contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from forkylning
handles.forkylningnr=get(hObject,'Value');

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function forkylning_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to forkylning (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%     See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in mjolkningssystem.
function mjolkningssystem_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to mjolkningssystem (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns mjolkningssystem contents as cell array
%     contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from mjolkningssystem

handles.mjolnr=get(hObject,'Value');

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function mjolkningssystem_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to mjolkningssystem (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%     See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in atervinning.
function atervinning_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to atervinning (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns atervinning contents as cell array
%     contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from atervinning

handles.atervinningsnr=get(hObject,'Value');

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function atervinning_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to atervinning (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%     See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```



```

%Information om värmebehovet

% --- Executes on button press in checkkandvarme.
function checkkandvarme_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkkandvarme (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkkandvarme

function inputforbrukning_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputforbrukning (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of inputforbrukning as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of inputforbrukning as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function inputforbrukning_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputforbrukning (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function inputatemp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputatemp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of inputatemp as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of inputatemp as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function inputatemp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to inputatemp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popgeografiskplacering.
function popgeografiskplacering_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popgeografiskplacering (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popgeografiskplacering contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popgeografiskplacering

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popgeografiskplacering_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popgeografiskplacering (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popmenu controls usually have a white background on Windows.

```

```

% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popbyggnadstyp.
function popbyggnadstyp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popbyggnadstyp (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popbyggnadstyp contents as cell array
% contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popbyggnadstyp

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popbyggnadstyp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popbyggnadstyp (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popbygger.
function popbygger_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popbygger (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popbygger contents as cell array
% contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popbygger

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popbygger_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popbygger (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

%-----
%-----Diagramvisningsval-----
%-----

% --- Executes on selection change in popdiagramtyp.
function popdiagramtyp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popdiagramtyp (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popdiagramtyp contents as cell array
% contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popdiagramtyp
if handles.finnsplo==1
    handles=synlig(handles);
end
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.

```

```

function popdiagramtyp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popdiagramtyp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in checkuppvarmning.
function checkuppvarmning_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkuppvarmning (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkuppvarmning
finnsplot=handles.finnsplot;
if finnsplot==1
    handles=synlig(handles);
end
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes on button press in checkvarmebostad.
function checkvarmebostad_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkvarmebostad (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkvarmebostad
finnsplot=handles.finnsplot;
if finnsplot==1
    handles=synlig(handles);
end

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes on button press in checkkylbehov.
function checkkylbehov_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkkylbehov (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkkylbehov
finnsplot=handles.finnsplot;
if finnsplot==1
    handles=synlig(handles);
end
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes on button press in checkkelkylning.
function checkkelkylning_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkkelkylning (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkkelkylning
finnsplot=handles.finnsplot;
if finnsplot==1
    handles=synlig(handles);
end
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

```

```

% --- Executes on button press in checkVVpot.
function checkVVpot_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to checkVVpot (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of checkVVpot
finnsplot=handles.finnsplot;
if finnsplot==1
    handles=synlig(handles);
end
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

%-----
%-----Exportfunktioner-----
%-----

%Exportera tabellen till Excel
% --- Executes on button press in knappexcel.
function knappexcel_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to knappexcel (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
if handles.finnsplot==1
    array=handles.tabellmatris;
    xlswrite('mjolkmall.xlsx',array,'B2:F14');
    set(handles.kommunikation,'String','Beräkningsresultaten är nu sparade i filen mjolkmall1.xls')
else
    set(handles.kommunikation,'String','Det finns inte några resultat att exportera, tryck på beräkna först!')
end

%Exportera tabellen till .mat-fil
% --- Executes on button press in knappmatfil.
function knappmatfil_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to knappmatfil (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
if handles.finnsplot==1;
    savefile='GUIkyl.mat';
    kylenergibehov=handles.manadKylenergibehov;
    energibehovkylanlaggning=handles.Manenergibehov;
    varmebehov=handles.ManadsvisForbrukning;
    uppvarmningsbehovbostad=handles.Uppvarmningsbehov;
    varmvattenpotential=handles.manadVVpotential;

    save(savefile,'kylenergibehov','energibehovkylanlaggning','varmebehov','uppvarmningsbehovbostad','varmvattenpotential')
    set(handles.kommunikation,'String','Beräkningsresultaten är nu sparade i filen GUIkyl.mat')
else
    set(handles.kommunikation,'String','Tryck på beräkna innan du sparar!')
end
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function diagram_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to diagram (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate diagram

%-----
%-----
%-----

```

```

% --- Creates and returns a handle to the GUI figure.
function h1 = MjolkGUI_LayoutFcn(policy)
% policy - create a new figure or use a singleton. 'new' or 'reuse'.

persistent hsingleton;
if strcmpi(policy, 'reuse') & ishandle(hsingleton)
    h1 = hsingleton;
    return;
end
load MjolkGUI.mat

appdata = [];
appdata.GUIDEOptions = mat{1};
appdata.lastValidTag = 'figure1';
appdata.GUIDELayoutEditor = [];
appdata.initTags = struct(...
    'handle', [], ...
    'tag', 'figure1');

h1 = figure(...
    'Units','characters',...
    'PaperUnits',get(0,'defaultfigurePaperUnits'),...
    'Color',[0.6 0 0.6],...
    'Colormap',[0 0 0.5625;0 0 0.625;0 0 0.6875;0 0 0.75;0 0 0.8125;0 0 0.875;0 0 0.9375;0 0 1;0 0.0625 1;0 0.125 1;0 0.1875
1;0 0.25 1;0 0.3125 1;0 0.375 1;0 0.4375 1;0 0.5 1;0 0.5625 1;0 0.625 1;0 0.6875 1;0 0.75 1;0 0.8125 1;0 0.875 1;0 0.9375
1;0 1 1;0.0625 1 1;0.125 1 0.9375;0.1875 1 0.875;0.25 1 0.8125;0.3125 1 0.75;0.375 1 0.6875;0.4375 1 0.625;0.5 1
0.5625;0.5625 1 0.5;0.625 1 0.4375;0.6875 1 0.375;0.75 1 0.3125;0.8125 1 0.25;0.875 1 0.1875;0.9375 1 0.125;1 1 0.0625;1
1 0;1 0.9375 0;1 0.875 0;1 0.8125 0;1 0.75 0;1 0.6875 0;1 0.625 0;1 0.5625 0;1 0.5 0;1 0.4375 0;1 0.375 0;1 0.3125 0;1 0.25
0;1 0.1875 0;1 0.125 0;1 0.0625 0;1 0 0;0.9375 0 0;0.875 0 0;0.8125 0 0;0.75 0 0;0.6875 0 0;0.625 0 0;0.5625 0 0],...
    'IntegerHandle','off',...
    'InvertHardcopy',get(0,'defaultfigureInvertHardcopy'),...
    'MenuBar','none',...
    'Name','MjolkGUI',...
    'NumberTitle','off',...
    'PaperPosition',get(0,'defaultfigurePaperPosition'),...
    'PaperSize',get(0,'defaultfigurePaperSize'),...
    'PaperType',get(0,'defaultfigurePaperType'),...
    'Position',[103.8 -7.69230769230769 224.6 69.3846153846154],...
    'HandleVisibility','callback',...
    'UserData',[],...
    'Tag','figure1',...
    'Visible','on',...
    'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'knappexcel';

h2 = uicontrol(...
    'Parent',h1,...
    'Units','normalized',...
    'BackgroundColor',[1 0 1],...
    'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('knappexcel_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
    'Position',[0.0418521816562778 0.0853658536585366 0.134461264470169 0.0565410199556541],...
    'String','Spara till excel',...
    'Tag','knappexcel',...
    'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'uipanel2';

h3 = uipanel(...
    'Parent',h1,...
    'Title','Indata mjölkning',...
    'Tag','uipanel2',...
    'Clipping','on',...

```

```

'BackgroundColor',[0.756862745098039 0.866666666666667 0.776470588235294],...
'Position',[0.00534283170080143 0.574279379157428 0.209260908281389 0.409090909090909],...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'korin';

h4 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'FontSize',12,...
'Position',[0.051948051948052 0.539772727272727 0.367965367965368 0.0681818181818182],...
'String','Antal kor',...
'Style','text',...
'Tag','korin',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'inputantalkor';

h5 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputantalkor_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.428571428571429 0.536931818181818 0.359307359307359 0.0795454545454546],...
'String','100',...
'Style','edit',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputantalkor_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','inputantalkor');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'visa';

h6 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'Position',[2.28138528138528 0.96875 0.367965367965368 0.0852272727272727],...
'String','Systemnummer',...
'Style','text',...
'Tag','visa',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'Mjolkningardag';

h7 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0562770562770563 0.426136363636364 0.367965367965368 0.0852272727272727],...
'String','Mjolkningar per dag',...
'Style','text',...
'Tag','Mjolkningardag',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'systemnummer';

h8 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0476190476190476 0.170454545454545 0.367965367965368 0.0852272727272727],...
'String','Förkylning',...

```

```

'Style','text',...
'Tag','systemnummer',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'forkylning';

h9 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('forkylning_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.458874458874459 0.142045454545455 0.545454545454546 0.116477272727273],...
'String',{ 'Utan förkylning'; 'Med förkylning' },...
'Style','popupmenu',...
'Value',1,...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('forkylning_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','forkylning');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'mjolkningssystem';

h10 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('mjolkningssystem_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.454545454545455 0.255681818181818 0.545454545454546 0.116477272727273],...
'String',{ 'Ej robot'; 'Robot'; blanks(0); blanks(0) },...
'Style','popupmenu',...
'Value',1,...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('mjolkningssystem_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','mjolkningssystem');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text92';

h11 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0476190476190476 0.295454545454545 0.367965367965368 0.0852272727272727],...
'String','Mjolkningssystem',...
'Style','text',...
'Tag','text92',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text111';

h12 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0476190476190476 0.0568181818181818 0.367965367965368 0.0852272727272727],...
'String','Återvinning',...
'Style','text',...
'Tag','text111',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'atervinning';

h13 = uicontrol(...
'Parent',h3,...

```

```

'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('atervinning_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.454545454545455 0.0284090909090909 0.545454545454546 0.116477272727273],...
'String',{'Utan värmeåtervinning'; 'Återvinning till VV i stall'; 'Återvinning till VV i stall och bostadsuppvärmning' },...
'Style','popupmenu',...
'Value',1,...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('atervinning_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','atervinning');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text120';

h14 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0779220779220779 0.738636363636364 0.367965367965368 0.0852272727272727],...
'String','Känd mjölkproduktion',...
'Style','text',...
'Tag','text120',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'inputmjolkproduktion';

h15 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputmjolkproduktion_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.458874458874459 0.747159090909091 0.359307359307359 0.0795454545454546],...
'String','3000000',...
'Style','edit',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputmjolkproduktion_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','inputmjolkproduktion');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'checkkandmjolk';

h16 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('checkkandmjolk_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.012987012987013 0.838068181818182 0.930735930735931 0.0795454545454546],...
'String','Använd känd mjölkproduktion [liter/år]',...
'Style','checkbox',...
'Tag','checkkandmjolk',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'inputantalmjolkningardag';

h17 = uicontrol(...
'Parent',h3,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputantalmjolkningardag_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.441558441558442 0.417613636363636 0.359307359307359 0.0795454545454546],...
'String','2',...
'Style','edit',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputantalmjolkningardag_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','inputantalmjolkningardag');

```



```

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'uipanel4';

h18 = uipanel(...
'Parent',h1,...
'Title','Indata värmning',...
'Tag','uipanel4',...
'Clipping','on',...
'BackgroundColor',[0.756862745098039 0.866666666666667 0.776470588235294],...
'Position',[0.00890471950133571 0.262749445676275 0.233303650934996 0.304878048780488],...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'hej';

h19 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0232558139534884 0.744186046511628 0.329457364341085 0.116279069767442],...
'String','Känd värmeförbrukning',...
'Style','text',...
'Tag','hej',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'inputforbrukning';

h20 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputforbrukning_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.674418604651163 0.751937984496124 0.321705426356589 0.108527131782946],...
'String','25000',...
'Style','edit',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputforbrukning_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','inputforbrukning');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'checkkandvarme';

h21 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('checkkandvarme_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.0232558139534884 0.875968992248062 0.751937984496124 0.108527131782946],...
'String','Använd känd värmeförbrukning',...
'Style','checkbox',...
'Tag','checkkandvarme',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'popgeografiskplacering';

h22 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('popgeografiskplacering_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.62015503875969 0.290697674418605 0.375968992248062 0.158914728682171],...
'String',{'Norra'; 'Mellersta'; 'Södra'; blanks(0) },...
'Style','popupmenu',...
'Value',1,...

```

```

'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('popgeografiskplacering_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','popgeografiskplacering');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text114';

h23 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0232558139534884 0.612403100775194 0.775193798449612 0.116279069767442],...
'String','Fyll i nedanstående värden för att beräkna värmeförbrukning',...
'Style','text',...
'Tag','text114',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text116';

h24 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0232558139534884 0.0503875968992248 0.589147286821705 0.116279069767442],...
'String','Uppvärmad yta',...
'Style','text',...
'Tag','text116',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text117';

h25 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0232558139534884 0.201550387596899 0.589147286821705 0.116279069767442],...
'String','Byggnadstyp',...
'Style','text',...
'Tag','text117',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'popbyggnadstyp';

h26 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('popbyggnadstyp_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.62015503875969 0.162790697674419 0.375968992248062 0.158914728682171],...
'String',{'Lätt'; 'Medel'; 'Tung' },...
'Style','popupmenu',...
'Value',1,...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('popbyggnadstyp_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata } ,...
'Tag','popbyggnadstyp');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'inputatemp';

h27 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputatemp_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...

```

```

'Position',[0.674418604651163 0.0503875968992248 0.321705426356589 0.108527131782946],...
'String','150',...
'Style','edit',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('inputatemp_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata) },...
'Tag','inputatemp');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text115';

h28 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0232558139534884 0.333333333333333 0.589147286821705 0.116279069767442],...
'String','Geografisk placering i sverige',...
'Style','text',...
'Tag','text115',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata) });

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text129';

h29 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.4 1 0.4],...
'Position',[0.0232558139534884 0.476744186046512 0.534883720930233 0.116279069767442],...
'String','Byggår',...
'Style','text',...
'Tag','text129',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata) });

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'popbygggar';

h30 = uicontrol(...
'Parent',h18,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('popbygggar_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.62015503875969 0.430232558139535 0.375968992248062 0.158914728682171],...
'String',{'före 1920'; '1921-1940'; '1941-1960'; '1961-1975'; '1976-1985'; '1986 eller senare' },...
'Style','popupmenu',...
'Value',1,...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('popbygggar_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata) },...
'Tag','popbygggar');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'uipanel5';

h31 = uipanel(...
'Parent',h1,...
'Title','Utdata',...
'Tag','uipanel5',...
'Clipping','on',...
'BackgroundColor',[0.729411764705882 0.831372549019608 0.956862745098039],...
'Position',[0.803205699020481 0.868070953436807 0.18699910952805 0.11529933481153],...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata) });

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'dkyleffektbehov';

h32 = uicontrol(...
'Parent',h31,...
'Units','normalized',...

```

```

'CData',[],...
'Position',[0.577669902912621 0.609195402298851 0.412621359223301 0.344827586206897],...
'String',' ',...
'Style','text',...
'UserData',[],...
'Tag','dkyleffektbehov',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'VarmeeffektbehovS';

h33 = uicontrol(...
'Parent',h31,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.701960784313725 0.780392156862745 1],...
'CData',[],...
'Position',[0.0242718446601942 0.126436781609195 0.563106796116505 0.333333333333333],...
'String','Varmeeffektbehov[kW]',...
'Style','text',...
'UserData',[],...
'Tag','VarmeeffektbehovS',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'dvarmeeffektbehov';

h34 = uicontrol(...
'Parent',h31,...
'Units','normalized',...
'CData',[],...
'Position',[0.621359223300971 0.149425287356322 0.359223300970874 0.344827586206897],...
'String',' ',...
'Style','text',...
'UserData',[],...
'Tag','dvarmeeffektbehov',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'KyleffektbehovS';

h35 = uicontrol(...
'Parent',h31,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.701960784313725 0.780392156862745 1],...
'CData',[],...
'Position',[0.0242718446601942 0.609195402298851 0.529126213592233 0.344827586206897],...
'String','Kyleffektbehov[kW]',...
'Style','text',...
'UserData',[],...
'Tag','KyleffektbehovS',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'raknaknapp';

h36 = uicontrol(...
'Parent',h1,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 0 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkiGUI('raknaknapp_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'FontSize',25,...
'FontWeight','demi',...
'Position',[0.02493321460374 0.151884700665188 0.166518254674978 0.08980044345898],...
'String','Beräkna',...
'Tag','raknaknapp',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

```

```

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'knappmatfil';

h37 = uicontrol(...
'Parent',h1,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 0 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('knappmatfil_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.0418521816562778 0.024390243902439 0.134461264470169 0.0565410199556541],...
'String','Spara till .mat-fil',...
'Tag','knappmatfil',...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn, blanks(0), appdata} );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'tabell';

h38 = uitable(...
'Parent',h1,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.729411764705882 0.831372549019608 0.956862745098039;0.392156862745098 0.474509803921569
0.635294117647059],...
'ColumnFormat',{ 'short' 'short' 'short' 'short' 'short' },...
'ColumnEditable',mat{2},...
'ColumnName',{ 'Kylenergibehov'; 'Energibehov kylanläggning'; 'Värmebehov'; 'Uppvärmningsbehov bostad'; 'Volym
varmvatten, 40°C,[1] ' },...
'ColumnWidth',{ 'auto' 'auto' 'auto' 'auto' 'auto' },...
'Data',{  [] [] [] [] []; [] [] [] [] []; [] [] [] [] []; [] [] [] [] []; [] [] [] [] []; [] [] [] [] []; [] []
[] [] [] [] [] []; [] [] [] [] [] },...
'ForegroundColor',[0.803921568627451 0.87843137254902 0.968627450980392],...
'Position',[0.217275155832591 0.71840354767184 0.582368655387355 0.270509977827051],...
'RowName',{ 'Januari'; 'Februari'; 'Mars'; 'April'; 'Maj'; 'Juni'; 'Juli'; 'Augusti'; 'September'; 'Oktober'; 'November';
'December'; 'Total' },...
'UserData',[],...
'Tag','tabell',...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn, blanks(0), appdata} );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'uipanel7';

h39 = uipanel(...
'Parent',h1,...
'Title',{ 'Panel' },...
'Tag','uipanel7',...
'Clipping','on',...
'BackgroundColor',[0.729411764705882 0.831372549019608 0.956862745098039],...
'Position',[0.2493321460374 0.00221729490022173 0.698130008904719 0.607538802660754],...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn, blanks(0), appdata} );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'popdiagramtyp';

h40 = uicontrol(...
'Parent',h39,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[1 1 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('popdiagramtyp_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.0307692307692308 0.126177024482109 0.192307692307692 0.0527306967984934],...
'String',{ 'Linjediagram'; 'Stapelldiagram' },...
'Style','popupmenu',...
'Value',1,...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn,
@(hObject,eventdata)MjolkGUI('popdiagramtyp_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)), appdata} ,...
'Tag','popdiagramtyp');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'text94';

```

```

h41 = uicontrol(...
'Parent',h39,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.701960784313725 0.780392156862745 1],...
'Position',[0.0307692307692308 0.19774011299435 0.16025641025641 0.0282485875706215],...
'String','Visa som',...
'Style','text',...
'Tag','text94',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'checkuppvarmning';

h42 = uicontrol(...
'Parent',h39,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.701960784313725 0.780392156862745 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('checkuppvarmning_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.0128205128205128 0.645951035781544 0.182051282051282 0.0527306967984934],...
'String','Uppvärmningsbehov',...
'Style','checkbox',...
'Value',1,...
'Tag','checkuppvarmning',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'checkvarmebostad';

h43 = uicontrol(...
'Parent',h39,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.701960784313725 0.780392156862745 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('checkvarmebostad_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.0141025641025641 0.709981167608287 0.183333333333333 0.0527306967984934],...
'String','Värmebehov bostad',...
'Style','checkbox',...
'Value',1,...
'Tag','checkvarmebostad',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'checkkylbehov';

h44 = uicontrol(...
'Parent',h39,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.701960784313725 0.780392156862745 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('checkkylbehov_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.0128205128205128 0.896421845574388 0.183333333333333 0.0527306967984934],...
'String','Kylbehov mjölk',...
'Style','checkbox',...
'Value',1,...
'Tag','checkkylbehov',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'checkkelkylning';

h45 = uicontrol(...
'Parent',h39,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.701960784313725 0.780392156862745 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('checkkelkylning_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.0141025641025641 0.830508474576272 0.183333333333333 0.0527306967984934],...
'String','Elbehov kylning',...
'Style','checkbox',...
'Value',1,...

```

```

'Tag','checkelkylning',...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'checkVVpot';

h46 = uicontrol(...
'Parent',h39,...
'Units','normalized',...
'BackgroundColor',[0.701960784313725 0.780392156862745 1],...
'Callback',@(hObject,eventdata)MjolkGUI('checkVVpot_Callback',hObject,eventdata,guidata(hObject)),...
'Position',[0.0141025641025641 0.542372881355932 0.216666666666667 0.0527306967984934],...
'String','Varmvattenpotential [l] 40C',...
'Style','checkbox',...
'Value',1,...
'Tag','checkVVpot',...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'diagram';

h47 = axes(...
'Parent',h39,...
'Position',[0.233333333333333 0.0169491525423729 0.75 0.969868173258004],...
'CameraPosition',[6 0.5 9.16025403784439],...
'CameraPositionMode',get(0,'defaultaxesCameraPositionMode'),...
'Color',[0.729411764705882 0.831372549019608 0.956862745098039],...
'ColorOrder',get(0,'defaultaxesColorOrder'),...
'LooseInset',[0.174109916367981 0.142610619469027 0.127234169653525 0.0972345132743363],...
'XColor',get(0,'defaultaxesXColor'),...
'XLim',[0 12],...
'XLimMode','manual',...
'XTick',[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12],...
'XTickLabel',{'Januari'; 'Februari'; 'Mars'; 'April'; 'Maj'; 'Juni'; 'Juli'; 'Augusti'; 'September'; 'Oktober'; 'November';
'December' },...
'XTickLabelMode','manual',...
'XTickMode','manual',...
'YColor',get(0,'defaultaxesYColor'),...
'ZColor',get(0,'defaultaxesZColor'),...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn, @(hObject,eventdata)MjolkGUI('diagram_CreateFcn',hObject,eventdata,guidata(hObject)),
appdata } ,...
'Tag','diagram');

appdata = [];
appdata.SerializedAnnotationV7 = struct(...
'LegendInformation', struct(...
'IconDisplayStyle', 'on'));

h48 = get(h47,'title');

set(h48,...
'Parent',h47,...
'Units','data',...
'FontUnits','points',...
'BackgroundColor','none',...
'Color',[0 0 0],...
'DisplayName',blanks(0),...
'EdgeColor','none',...
'EraseMode','normal',...
'DVIMode','auto',...
'FontAngle','normal',...
'FontName','Helvetica',...
'FontSize',10,...
'FontWeight','normal',...
'HorizontalAlignment','center',...
'LineStyle','-'. ,...
'LineWidth',0.5,...

```

```

'Margin',2,...
'Position',[6 1.0126213592233 1.00005459937205],...
'Rotation',0,...
'String',blanks(0),...
'Interpreter','tex',...
'VerticalAlignment','bottom',...
'ButtonDownFcn',[],...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn, [], appdata } ,...
>DeleteFcn',[],...
'BusyAction','queue',...
'HandleVisibility','off',...
'HelpTopicKey',blanks(0),...
'HitTest','on',...
'Interruptible','on',...
'SelectionHighlight','on',...
'Serializable','on',...
'Tag',blanks(0),...
'UserData',[],...
'Visible','on',...
'XLimInclude','on',...
'YLimInclude','on',...
'ZLimInclude','on',...
'CLimInclude','on',...
'ALimInclude','on',...
'IncludeRenderer','on',...
'Clipping','off');

appdata = [];
appdata.SerializedAnnotationV7 = struct(...
    'LegendInformation', struct(...
        'IconDisplayStyle', 'on'));

h49 = get(h47,'xlabel');

set(h49,...
'Parent',h47,...
'Units','data',...
'FontUnits','points',...
'BackgroundColor','none',...
'Color',[0 0 0],...
'DisplayName',blanks(0),...
'EdgeColor','none',...
'EraseMode','normal',...
'DVIMode','auto',...
'FontAngle','normal',...
'FontName','Helvetica',...
'FontSize',10,...
'FontWeight','normal',...
'HorizontalAlignment','center',...
'LineStyle','- ',...
'LineWidth',0.5,...
'Margin',2,...
'Position',[5.97948717948718 -0.0456310679611649 1.00005459937205],...
'Rotation',0,...
'String',blanks(0),...
'Interpreter','tex',...
'VerticalAlignment','cap',...
'ButtonDownFcn',[],...
'CreateFcn',{ @local_CreateFcn, [], appdata } ,...
>DeleteFcn',[],...
'BusyAction','queue',...
'HandleVisibility','off',...
'HelpTopicKey',blanks(0),...
'HitTest','on',...
'Interruptible','on',...
'SelectionHighlight','on',...
'Serializable','on',...

```



```

'Tag',blanks(0),...
'UserData',[],...
'Visible','on',...
'XLimInclude','on',...
'YLimInclude','on',...
'ZLimInclude','on',...
'CLimInclude','on',...
'ALimInclude','on',...
'IncludeRenderer','on',...
'Clipping','off');

appdata = [];
appdata.SerializedAnnotationV7 = struct(...
    'LegendInformation', struct(...
        'IconDisplayStyle', 'on'));

h50 = get(h47,'ylabel');

set(h50,...
    'Parent',h47,...
    'Units','data',...
    'FontUnits','points',...
    'BackgroundColor','none',...
    'Color',[0 0 0],...
    'DisplayName',blanks(0),...
    'EdgeColor','none',...
    'EraseMode','normal',...
    'DVIMode','auto',...
    'FontAngle','normal',...
    'FontName','Helvetica',...
    'FontSize',10,...
    'FontWeight','normal',...
    'HorizontalAlignment','center',...
    'LineStyle','-','...',...
    'LineWidth',0.5,...
    'Margin',2,...
    'Position',[-0.584615384615384 0.498058252427185 1.00005459937205],...
    'Rotation',90,...
    'String',blanks(0),...
    'Interpreter','tex',...
    'VerticalAlignment','bottom',...
    'ButtonDownFcn',[],...
    'CreateFcn', { @local_CreateFcn, [], appdata } ,...
    'DeleteFcn',[],...
    'BusyAction','queue',...
    'HandleVisibility','off',...
    'HelpTopicKey',blanks(0),...
    'HitTest','on',...
    'Interruptible','on',...
    'SelectionHighlight','on',...
    'Serializable','on',...
    'Tag',blanks(0),...
    'UserData',[],...
    'Visible','on',...
    'XLimInclude','on',...
    'YLimInclude','on',...
    'ZLimInclude','on',...
    'CLimInclude','on',...
    'ALimInclude','on',...
    'IncludeRenderer','on',...
    'Clipping','off');

appdata = [];
appdata.SerializedAnnotationV7 = struct(...
    'LegendInformation', struct(...
        'IconDisplayStyle', 'on'));

```

```

h51 = get(h47,'zlabel');

set(h51,...
'Parent',h47,...
'Units','data',...
'FontUnits','points',...
'BackgroundColor','none',...
'Color',[0 0 0],...
'DisplayName',blanks(0),...
'EdgeColor','none',...
'EraseMode','normal',...
'DVIMode','auto',...
'FontAngle','normal',...
'FontName','Helvetica',...
'FontSize',10,...
'FontWeight','normal',...
'HorizontalAlignment','right',...
'LineStyle','- ',...
'LineWidth',0.5,...
'Margin',2,...
'Position',[-9.52820512820513 1.72330097087379 1.00005459937205],...
'Rotation',0,...
'String',blanks(0),...
'Interpreter','tex',...
'VerticalAlignment','middle',...
'ButtonDownFcn',[],...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, [], appdata } ,...
>DeleteFcn',[],...
'BusyAction','queue',...
'HandleVisibility','off',...
'HelpTopicKey',blanks(0),...
'HitTest','on',...
'Interruptible','on',...
'SelectionHighlight','on',...
'Serializable','on',...
'Tag',blanks(0),...
'UserData',[],...
'Visible','off',...
'XLimInclude','on',...
'YLimInclude','on',...
'ZLimInclude','on',...
'CLimInclude','on',...
'ALimInclude','on',...
'IncludeRenderer','on',...
'Clipping','off');

appdata = [];
appdata.lastValidTag = 'kommunikation';

h52 = uicontrol(...
'Parent',h1,...
'Units','normalized',...
'CDATA',[],...
'FontSize',15,...
'ForegroundColor',[0.47843137254902 0.0627450980392157 0.894117647058824],...
'Position',[0.268032056990205 0.617516629711752 0.659839715048976 0.0864745011086474],...
'String','Hej!',...
'Style','text',...
'UserData',[],...
'Tag','kommunikation',...
'CreateFcn', { @local_CreateFcn, blanks(0), appdata } );

hsingleton = h1;

% --- Set application data first then calling the CreateFcn.

```

```

function local_CreateFcn(hObject, eventdata, createfcn, appdata)

if ~isempty(appdata)
    names = fieldnames(appdata);
    for i=1:length(names)
        name = char(names(i));
        setappdata(hObject, name, getfield(appdata,name));
    end
end

if ~isempty(createfcn)
    if isa(createfcn,'function_handle')
        createfcn(hObject, eventdata);
    else
        eval(createfcn);
    end
end

% --- Handles default GUIDE GUI creation and callback dispatch
function varargout = gui_mainfcn(gui_State, varargin)

gui_StateFields = {'gui_Name'
    'gui_Singleton'
    'gui_OpeningFcn'
    'gui_OutputFcn'
    'gui_LayoutFcn'
    'gui_Callback'};
gui_Mfile = "";
for i=1:length(gui_StateFields)
    if ~isfield(gui_State, gui_StateFields{i})
        error('MATLAB:gui_mainfcn:FieldNotFound', 'Could not find field %s in the gui_State struct in GUI M-file %s',
gui_StateFields{i}, gui_Mfile);
    elseif isequal(gui_StateFields{i}, 'gui_Name')
        gui_Mfile = [gui_State.(gui_StateFields{i}), '.m'];
    end
end

numargin = length(varargin);

if numargin == 0
    % MJOLKGUI
    % create the GUI only if we are not in the process of loading it
    % already
    gui_Create = true;
elseif local_isInvokeActiveXCallback(gui_State, varargin{:})
    % MJOLKGUI(ACTIVEX,...)
    vin{1} = gui_State.gui_Name;
    vin{2} = [get(varargin{1}.Peer, 'Tag'), '_', varargin{end}];
    vin{3} = varargin{1};
    vin{4} = varargin{end-1};
    vin{5} = guidata(varargin{1}.Peer);
    feval(vin{:});
    return;
elseif local_isInvokeHGCallback(gui_State, varargin{:})
    % MJOLKGUI('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...)
    gui_Create = false;
else
    % MJOLKGUI(...)
    % create the GUI and hand varargin to the openingfcn
    gui_Create = true;
end

if ~gui_Create
    % In design time, we need to mark all components possibly created in
    % the coming callback evaluation as non-serializable. This way, they
    % will not be brought into GUIDE and not be saved in the figure file

```

```

% when running/saving the GUI from GUIDE.
designEval = false;
if (numargin>1 && ishghandle(varargin{2}))
    fig = varargin{2};
    while ~isempty(fig) && ~isa(handle(fig),'figure')
        fig = get(fig,'parent');
    end

    designEval = isappdata(0,'CreatingGUIDEFigure') || isprop(fig,'__GUIDEFigure');
end

if designEval
    beforeChildren = findall(fig);
end

% evaluate the callback now
varargin{1} = gui_State.gui_Callback;
if nargin
    [varargout{1:nargout}] = feval(varargin{:});
else
    feval(varargin{:});
end

% Set serializable of objects created in the above callback to off in
% design time. Need to check whether figure handle is still valid in
% case the figure is deleted during the callback dispatching.
if designEval && ishandle(fig)
    set(setdiff(findall(fig),beforeChildren), 'Serializable','off');
end
else
    if gui_State.gui_Singleton
        gui_SingletonOpt = 'reuse';
    else
        gui_SingletonOpt = 'new';
    end

    % Check user passing 'visible' P/V pair first so that its value can be
    % used by openfig to prevent flickering
    gui_Visible = 'auto';
    gui_VisibleInput = "";
    for index=1:2:length(varargin)
        if length(varargin) == index || ~ischar(varargin{index})
            break;
        end

        % Recognize 'visible' P/V pair
        len1 = min(length('visible'),length(varargin{index}));
        len2 = min(length('off'),length(varargin{index+1}));
        if ischar(varargin{index+1}) && strncmpi(varargin{index},'visible',len1) && len2 > 1
            if strncmpi(varargin{index+1},'off',len2)
                gui_Visible = 'invisible';
                gui_VisibleInput = 'off';
            elseif strncmpi(varargin{index+1},'on',len2)
                gui_Visible = 'visible';
                gui_VisibleInput = 'on';
            end
        end
    end

    % Open fig file with stored settings. Note: This executes all component
    % specific CreateFunctions with an empty HANDLES structure.

    % Do feval on layout code in m-file if it exists
    gui_Exported = ~isempty(gui_State.gui_LayoutFcn);
    % this application data is used to indicate the running mode of a GUIDE
    % GUI to distinguish it from the design mode of the GUI in GUIDE. it is

```

```

% only used by actxproxy at this time.
setappdata(0,genvarname(['OpenGuiWhenRunning_', gui_State.gui_Name]),1);
if gui_Exported
    gui_hFigure = feval(gui_State.gui_LayoutFcn, gui_SingletonOpt);

    % make figure invisible here so that the visibility of figure is
    % consistent in OpeningFcn in the exported GUI case
    if isempty(gui_VisibleInput)
        gui_VisibleInput = get(gui_hFigure,'Visible');
    end
    set(gui_hFigure,'Visible','off')

    % openfig (called by local_openfig below) does this for guis without
    % the LayoutFcn. Be sure to do it here so guis show up on screen.
    movegui(gui_hFigure,'onscreen');
else
    gui_hFigure = local_openfig(gui_State.gui_Name, gui_SingletonOpt, gui_Visible);
    % If the figure has InGUIInitialization it was not completely created
    % on the last pass. Delete this handle and try again.
    if isappdata(gui_hFigure, 'InGUIInitialization')
        delete(gui_hFigure);
        gui_hFigure = local_openfig(gui_State.gui_Name, gui_SingletonOpt, gui_Visible);
    end
end
if isappdata(0, genvarname(['OpenGuiWhenRunning_', gui_State.gui_Name]))
    rmappdata(0,genvarname(['OpenGuiWhenRunning_', gui_State.gui_Name]));
end

% Set flag to indicate starting GUI initialization
setappdata(gui_hFigure,'InGUIInitialization',1);

% Fetch GUIDE Application options
gui_Options = getappdata(gui_hFigure,'GUIDEOptions');
% Singleton setting in the GUI M-file takes priority if different
gui_Options.singleton = gui_State.gui_Singleton;

if ~isappdata(gui_hFigure,'GUIOnScreen')
    % Adjust background color
    if gui_Options.syscolorfig
        set(gui_hFigure,'Color', get(0,'DefaultUicontrolBackgroundColor'));
    end

    % Generate HANDLES structure and store with GUIDATA. If there is
    % user set GUI data already, keep that also.
    data = guidata(gui_hFigure);
    handles = guihandles(gui_hFigure);
    if ~isempty(handles)
        if isempty(data)
            data = handles;
        else
            names = fieldnames(handles);
            for k=1:length(names)
                data.(char(names(k)))=handles.(char(names(k)));
            end
        end
    end
    guidata(gui_hFigure, data);
end

% Apply input P/V pairs other than 'visible'
for index=1:2:length(varargin)
    if length(varargin) == index || ~ischar(varargin{index})
        break;
    end

    len1 = min(length('visible'),length(varargin{index}));
    if ~strncmpi(varargin{index},'visible',len1)

```

```

        try set(gui_hFigure, varargin{index}, varargin{index+1}), catch break, end
    end
end

% If handle visibility is set to 'callback', turn it on until finished
% with OpeningFcn
gui_HandleVisibility = get(gui_hFigure,'HandleVisibility');
if strcmp(gui_HandleVisibility, 'callback')
    set(gui_hFigure,'HandleVisibility', 'on');
end

feval(gui_State.gui_OpeningFcn, gui_hFigure, [], guidata(gui_hFigure), varargin{:});

if isscalar(gui_hFigure) && ishandle(gui_hFigure)
    % Handle the default callbacks of predefined toolbar tools in this
    % GUI, if any
    guidemfile('restoreToolbarToolPredefinedCallback',gui_hFigure);

    % Update handle visibility
    set(gui_hFigure,'HandleVisibility', gui_HandleVisibility);

    % Call openfig again to pick up the saved visibility or apply the
    % one passed in from the P/V pairs
    if ~gui_Exported
        gui_hFigure = local_openfig(gui_State.gui_Name, 'reuse',gui_Visible);
    elseif ~isempty(gui_VisibleInput)
        set(gui_hFigure,'Visible',gui_VisibleInput);
    end
    if strcmpi(get(gui_hFigure, 'Visible'), 'on')
        figure(gui_hFigure);

        if gui_Options.singleton
            setappdata(gui_hFigure,'GUIOnScreen', 1);
        end
    end

    % Done with GUI initialization
    if isappdata(gui_hFigure,'InGUIInitialization')
        rmappdata(gui_hFigure,'InGUIInitialization');
    end

    % If handle visibility is set to 'callback', turn it on until
    % finished with OutputFcn
    gui_HandleVisibility = get(gui_hFigure,'HandleVisibility');
    if strcmp(gui_HandleVisibility, 'callback')
        set(gui_hFigure,'HandleVisibility', 'on');
    end
    gui_Handles = guidata(gui_hFigure);
else
    gui_Handles = [];
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = feval(gui_State.gui_OutputFcn, gui_hFigure, [], gui_Handles);
else
    feval(gui_State.gui_OutputFcn, gui_hFigure, [], gui_Handles);
end

if isscalar(gui_hFigure) && ishandle(gui_hFigure)
    set(gui_hFigure,'HandleVisibility', gui_HandleVisibility);
end
end

function gui_hFigure = local_openfig(name, singleton, visible)

% openfig with three arguments was new from R13. Try to call that first, if
% failed, try the old openfig.

```

```

if nargin('openfig')== 2
    % OPENFIG did not accept 3rd input argument until R13,
    % toggle default figure visible to prevent the figure
    % from showing up too soon.
    gui_OldDefaultVisible = get(0,'defaultFigureVisible');
    set(0,'defaultFigureVisible','off');
    gui_hFigure = openfig(name, singleton);
    set(0,'defaultFigureVisible',gui_OldDefaultVisible);
else
    gui_hFigure = openfig(name, singleton, visible);
end

function result = local_isInvokeActiveXCallback(gui_State, varargin)

try
    result = ispc && iscom(varargin{1}) ...
        && isequal(varargin{1},gcbo);
catch
    result = false;
end

function result = local_isInvokeHGCallback(gui_State, varargin)

try
    fhandle = functions(gui_State.gui_Callback);
    result = ~isempty(findstr(gui_State.gui_Name,fhandle.file)) || ...
        (ischar(varargin{1}) ...
        && isequal(ishandle(varargin{2}), 1) ...
        && (~isempty(strfind(varargin{1},[get(varargin{2}, 'Tag'), '_']) || ...
        ~isempty(strfind(varargin{1}, '_CreateFcn'))));
catch
    result = false;
end

```

```

function(handles)=kylberakningar(handles)
%110502 Emelie Karlsson
%Grundfunktion för dimensionering av kylbehov beroende på kylsystem och
%mjölmängd

%Plockar ut lite bra värden till subfunktioner ur handlesstrukturen
systemnummer=handles.Systemnummer;
antalKor=handles.antalKor;%[st]
antalMjolkningar=handles.antalMjolkningar;%[st]
MjolkMangdArKo=handles.arsProdMjolk;%[kg/ko]
cpv=handles.cpv;%[kWh/(kg*K)]
cpm=handles.cpm;%[kWh/(kg*K)]
COP=handles.COP;%[1]
EES=handles.EES;%[1]
TkallVatten=handles.TKV;%[°C]

Tvarm=35;%[°C]
Tkall=3.5;%[°C]
KylTid=3;%[h]
KylTidRobot=2.5;%[h]
DiskTid=2;%[h]

if get(handles.checkkandmjolk,'Value')==1;
    Mjolkproduktion=str2double(get(handles.inputmjolkproduktion,'String'));
    MjolkMangdDygn=Mjolkproduktion/365;%[kg/ko]
elseif get(handles.checkkandmjolk,'Value')==0;
    Mjolkproduktion=MjolkMangdArKo*antalKor;
    MjolkMangdDygn=Mjolkproduktion/365;%[kg/ko]
end

switch systemnummer
%-----%
%-----Referensfall-----%
%-----%
    case(1)%Referensfall, vare sig förkylning eller värmeåtervinning utan robot
        EnergiMjolkning=utanrobot(MjolkMangdDygn, antalMjolkningar, Tvarm, Tkall, cpm);%[kWh]
        Kyleffektbehov=EnergiMjolkning/KylTid;%[kW]
        [KylEnergi Energibehov]=energibehov(Mjolkproduktion, Tvarm, Tkall, cpm, EES);
        TljummetVatten=0;

    case(2)%Referensfall, utan förkylning, utan värmeåtervinning, med robot
        %Beräknas med avseende på högsta kylbehovet vilket infaller efter
        %disk med antagande om jämn mjölktilförsel över dygnet
        EnergiEfterDisk=medrobot(MjolkMangdDygn, DiskTid, Tvarm, Tkall, cpm);
        Kyleffektbehov=EnergiEfterDisk/KylTidRobot;%[kW]
        [KylEnergi Energibehov]=energibehov(Mjolkproduktion, Tvarm, Tkall, cpm, EES);
        TljummetVatten=0;

%-----%
%-----Förkylning-----%
%-----%

    case(11)%Med förkylning, utan robot
        [TefterForkylning, TljummetVatten]=forkylning(Tvarm, cpm, cpv, TkallVatten);
        EnergiMjolkning=utanrobot(MjolkMangdDygn, antalMjolkningar, TefterForkylning, Tkall, cpm);%[kWh]
        Kyleffektbehov=EnergiMjolkning/KylTid;%[kW]
        [KylEnergi Energibehov]=energibehov(Mjolkproduktion, TefterForkylning, Tkall, cpv, EES);

    case(12)%Med förkylning, med robot
        [TefterForkylning, TljummetVatten]=forkylning(Tvarm, cpm, cpv, TkallVatten);
        EnergiEfterDisk=medrobot(MjolkMangdDygn, DiskTid, TefterForkylning, Tkall, cpm);%[kWh]
        Kyleffektbehov=EnergiEfterDisk/KylTidRobot;%[kW]
        [KylEnergi Energibehov]=energibehov(Mjolkproduktion, TefterForkylning, Tkall, cpv, EES);

    case(22)%Med förkylning 2h direkt efter tvätt, med robot
        [TefterForkylning, TljummetVatten]=forkylning(Tvarm, cpm, cpv, TkallVatten);
        EnergiEfterDisk=medrobot(MjolkMangdDygn, DiskTid, TefterForkylning, Tkall, cpm);%[kWh]

```



```

    Kyleffektbehov=EnergiEfterDisk/KylTidRobot;%[kW]
    [KE1 EB1]=energibehov(Mjolkproduktion,TefterForkylning,Tkall,cpm,EES);
    [KE2 EB2]=energibehov(Mjolkproduktion,Tvarm,Tkall,cpm,EES);
    KylEnergi=(DiskTid/24)*KE1+((24-DiskTid)/24)*KE2;
    EnergiBehov=(DiskTid/24)*EB1+((24-DiskTid)/24)*EB2;
%-----%
%-----Värmeåtervinning VV stall-----%
%-----%
case(101)% Värmeåtervinning för VV i stall utan robot
    EnergiMjolkning=utanrobot(MjolkMangdDygn, antalMjolkningar,Tvarm,Tkall,cpm);%[kWh]
    Kyleffektbehov=EnergiMjolkning/KylTid;%[kW]
    [KylEnergi EnergiBehov]=energibehov(Mjolkproduktion,Tvarm,Tkall,cpv,EES);
    TljummetVatten=0;

case(102)% Värmeåtervinning för VV i stall med robot
    EnergiEfterDisk=medrobot(MjolkMangdDygn,DiskTid,Tvarm,Tkall,cpm);
    %Beräknas med avseende på högsta kylbehovet vilket infaller efter
    %disk med antagande om jämn mjölktilförsel över dygnet
    Kyleffektbehov=EnergiEfterDisk/KylTidRobot;%[kW]
    [KylEnergi EnergiBehov]=energibehov(Mjolkproduktion,Tvarm,Tkall,cpm,EES);
    TljummetVatten=0;
%-----%
%-----Värmeåtervinning VV stall och värme/VV-bostad-----%
%-----%
case(201)% Utan förkylning med värmeåtervinning för VV i stall och bostad, ej robot
    EnergiMjolkning=utanrobot(MjolkMangdDygn, antalMjolkningar,Tvarm,Tkall,cpm);%[kWh]
    Kyleffektbehov=EnergiMjolkning/KylTid;%[kW]
    [KylEnergi EnergiBehov]=energibehov(Mjolkproduktion,Tvarm,Tkall,cpm,EES);
    TljummetVatten=0;

case(202)% Utan förkylning med värmeåtervinning för VV i stall och bostad, med robot
    EnergiEfterDisk=medrobot(MjolkMangdDygn,DiskTid,Tvarm,Tkall,cpm);
    %Beräknas med avseende på högsta kylbehovet vilket infaller efter
    %disk med antagande om jämn mjölktilförsel över dygnet
    Kyleffektbehov=EnergiEfterDisk/KylTidRobot;%[kW]
    [KylEnergi EnergiBehov]=energibehov(Mjolkproduktion,Tvarm,Tkall,cpm,EES);
    TljummetVatten=0;
otherwise
    %Skapa lämplig meddelanderuta!
    set(handles.kommunikation,'String','Välj en annan systemkombination')
    Kyleffektbehov=42;
    TljummetVatten=42;
    EnergiBehov=42;
    KylEnergi=42;
end

%beräknar månadsvis kylenergiBehov=Energi från mjölken samt månadsvis
%elenergiBehov för kylning
KylenergiBehov=zeros(1,12);
manenergiBehov=zeros(1,12);
for k=1:12
    KylenergiBehov(k)=KylEnergi/12;
    manenergiBehov(k)=EnergiBehov/12;
end

%Utdata
handles.arKylEnergi=KylEnergi;%Energi från mjölken
handles.ManenergiBehov=manenergiBehov;%Energi från mjölken/månad

handles.EnergiBehov=EnergiBehov;%Elenergi till mjölkkylla
handles.manadKylenergiBehov=KylenergiBehov;%Elenergi till mjölkkylla/månad

handles.Kyleffektbehov=Kyleffektbehov;
handles.TljummetVatten=TljummetVatten;

handles.mjolkMangd=Mjolkproduktion;
end

```

```

function[EnergiMjolkning]=utanrobot(TotalMjolkMangdDygn, antalMjolkningar,Tvarm,Tkall,cp)
%Beräknar hur mycket energi som behöver kylas bort vid varje mjölkning
PerMjolkning=TotalMjolkMangdDygn/antalMjolkningar;%[liter]
EnergiMjolkning=PerMjolkning*cp*(Tvarm-Tkall);%[kWh]
end

```

```

function[EnergiEfterDisk]=medrobot(TotalMjolkMangdDygn,DiskTid,Tvarm,Tkall,cp)
%Beräknar hur mycket energi som behöver kylas bort efter disk
PerMjolkning=TotalMjolkMangdDygn*(DiskTid/24);%[liter]
EnergiEfterDisk=PerMjolkning*cp*(Tvarm-Tkall);%[kWh]
end

```

```

function[TefterForkylning, TvarmVatten]=forkylning(Tvarm,cpm,cpv,TkallVatten)
%Beräknar mjölktemperaturen efter förkylning
FlodesForhallande=2;%Dubbla vattenflödet mot mjölkflödet, enligt DeLaval
%MjolkFlode=(AntalKor*MjolkMangdDygn)/MjolkningsTid;
%VattenFlode=2*MjolkFlode;
TefterForkylning=Tvarm/2;
TdiffMjolk=Tvarm-TefterForkylning;
TdiffVatten=(TdiffMjolk*cpm)/(cpv*FlodesForhallande);
TvarmVatten=TkallVatten+TdiffVatten;

```

```

end

```

```

function[KylEnergi,Energibehov]=energibehov(TotalMjolkAr,Tvarm,Tkall,cpm,EES)
KylEnergi=(TotalMjolkAr*(Tvarm-Tkall)*cpm);
Energibehov=(TotalMjolkAr*(Tvarm-Tkall)*cpm)/EES;%[kWh]
end

```

```

function[handles]=varmning(handles)
%110502 Emelie Karlsson
%Funktion som beräknar värmebehovet för bostadsuppvärmning
atemp=handles.atemp;
byggnadstyp=handles.byggnadstyp;
byggar=handles.byggar;
plats=handles.geografisknr;
[gradTimmar totalgradTimmar]=gradtimmar(plats);

if get(handles.checkkandvarme,'Value')== 1
    AktuellForbrukning=handles.varmeforbrukning; %[kWh]
    Um=antitotalforbrukning(totalgradTimmar, AktuellForbrukning,atemp);%[Wh/(m^2*K)]
    Effektbehov=effektbehov(atemp, byggnadstyp, plats, Um);%[kW]
elseif get(handles.checkkandvarme,'Value')== 0
    [AktuellForbrukning Um]=totalforbrukning(totalgradTimmar, byggar,atemp);%[kWh Wh/(m^2*K)]
    Effektbehov=effektbehov(atemp, byggnadstyp, plats, Um);%[kW]

end

ManadsvisForbrukning=manadsforbrukning(AktuellForbrukning, gradTimmar, totalgradTimmar);

%Beräknad data, ut från funktionen
handles.ManadsvisForbrukning=ManadsvisForbrukning;%[kWh värme/månad]
handles.Effektbehov=Effektbehov;%[kW]
handles.Varmningsbehov=AktuellForbrukning;%[kWh/år]
end

function[gradh, totalgradh]=gradtimmar(plats)
%skicka in nummer för plats(1=syd 2=mitt 3=norr)
%OBS! Beräknar gradDAGAR, ej gradtimmar.
totalgradh=0;
switch plats
    case 1%Norra
        gradh=[806 728 651 450 240 0 0 0 186 330 558 775]';%Luleå
        for i=1:12
            totalgradh=totalgradh+gradh(i);
        end
    case 2%Mellersta
        gradh=[527 504 465 330 210 0 0 0 124 240 372 496]';%Uppsala
        for i=1:12
            totalgradh=totalgradh+gradh(i);
        end
    case 3%Södra
        gradh=[465 420 403 270 90 0 0 0 31 120 279 403]';%Lund
        for i=1:12
            totalgradh=totalgradh+gradh(i);
        end
end
end

function[totalForbrukning,Um]=totalforbrukning(totalgradTimmar, byggar,atemp)
%Beräknar energiförbrukningen per år vid behov
Umatrix=[1.64 1.52 1.32 0.85 0.6 0.54];%Byggår[-40 21-40 41-60 61-75 76-85 86-]
Um=Umatrix(byggar);%[Wh/(m^2*K)]
area=sqrt(atemp)*4*2.5+150; %[m^2] Antar kvadratisk tvåvåningshus med 2.5 m takhöjd och oisolerad vind/platt tak
totalForbrukning=Um*area*24*totalgradTimmar/1000;%[Wh/(m^2*K)]*[m^2]*[h/dag]/1000=[kWh]
end

function[EffektbehovVarme]=effektbehov(atemp, byggnadstyp, plats, Um)
%Beräknar bostadens effektbehov
innetemp=17;
DVUTmatrix=[-28 -27 -26 -26 -25 -24 -24 -24; -19 -18 -18 -17 -16 -16 -15 -15; -12 -11 -10 -10 -10 -9 -9 -9];%Luleå 1 2 3 4
5 6 7 8; Uppsala 1 2 3 4 5 6 7 8; Lund 1 2 3 4 5 6 7 8;
cpHus=[60 120 240];%[kJ/m^2*K]
area=sqrt(atemp)*4*2.5+150; %[m^2] Antar kvadratisk tvåvåningshus med 2.5 m takhöjd och oisolerad vind/platt tak
tidskonstant=floor((cpHus(byggnadstyp)*1000*area)/(Um*atemp*3600*24));%[dygn]

```

```

if tidskonstant==0
    tidskonstant=1;
elseif tidskonstant>8
    tidskonstant=8;
end
dvut=DVUTmatris(plats,tidskonstant);
EffektbehovVarme=((innetemp-dvut)*atemp*Um)/1000;%[kW]
end

function[Um]=antitotalforbrukning(totalgradTimmar, AktuellForbrukning,atemp)
%Beräknar Um när totalförbrukningen är känd
area=sqrt(atemp)*4*2.5+150; %[m^2] Antar kvadratisk tvåvåningshus med 2.5 m takhöjd och oisolerad vind/platt tak
Um=AktuellForbrukning*1000/(area*totalgradTimmar*24);%[Wh/(m^2*K)]
end

function[ManadsvisForbrukning]=manadsforbrukning(AktuellForbrukning, gradTimmar, totalgradTimmar)
%Beräknar månadsvis förbrukning beroende på årsförbrukning och
%graddagar/månad
ManadsvisForbrukning=zeros(1,12)';
for i=1:12
    ManadsvisForbrukning(i)=(gradTimmar(i)/totalgradTimmar)*AktuellForbrukning;
end
end

```

```

function[handles]=dimensionering(handles)
%110502 Emelie Karlsson
%Funktion som beräknar uppvärmningsbehovet utifrån kyl- och värmebehov

%Hittar lite intressant bland handtagen
Energibehov=handles.Energibehov;% Kylmaskinens elbehov/år [kWh]
ManadsvsForbrukning=handles.ManadsvsForbrukning;% Bostadshusets mandadsvisa värmeförbrukning[kWh]
systemnummer=handles.Systemnummer;% Internt systemnummer
EES=handles.EES;% Kylmaskinens effektfaktor

totalUppvarmningsbehov=0;
Uppvarmningsbehov=zeros(1,12);
overskott=zeros(1,12);

switch systemnummer
case{201,202}% Återvinning till bostad och VV
    %Beräknar tillgänglig värme från kylanläggningen
    TillgangligVarme=(EES*Energibehov+Energibehov)*0.67;% Sparar 1/3 till kondensatorfläktarna
    %Månadsvs tillgänglig värme
    ManadsvsTillg=zeros(1,12);
    for i=1:12
        ManadsvsTillg(i)=TillgangligVarme/12;
    end

    %Beräknar uppvärmningsbehovet per månad
    for j=1:12
        if (ManadsvsForbrukning(j)-ManadsvsTillg(j))>0
            Uppvarmningsbehov(j)=ManadsvsForbrukning(j)-ManadsvsTillg(j);
            overskott(j)=0;
        elseif ManadsvsTillg(j)>ManadsvsForbrukning(j)
            Uppvarmningsbehov(j)=0;
            overskott(j)=ManadsvsTillg(j)-ManadsvsForbrukning(j);
        end
    end

case{101,102}% Återvinning till varmvatten
    Uppvarmningsbehov=ManadsvsForbrukning';
    TillgangligVarme=(EES*Energibehov+Energibehov)*0.67;% Sparar 1/3 till kondensatorfläktarna
    for m=1:12
        overskott(m)=TillgangligVarme/12;
    end

case{1,2,11,12,22}% Ej återvinning

    Uppvarmningsbehov=ManadsvsForbrukning';
    TillgangligVarme=0;
    overskott=overskott;

otherwise
    disp('Nu har nåt skitit sig igen')
    Uppvarmningsbehov=(1:1:12);
    TillgangligVarme=0;
end

for k=1:12
    totalUppvarmningsbehov=totalUppvarmningsbehov+Uppvarmningsbehov(k);
end

handles.varmeTillVV=overskott;
handles.Uppvarmningsbehov=Uppvarmningsbehov';
handles.totalUppvarmningsbehov=totalUppvarmningsbehov;
handles.tillgangligvarme=TillgangligVarme;
end

```

```

function[handles]=varmvatten(handles)
%110502 Emelie Karlsson
%Beräknar potentialen för varmvattenuppvärmning
%fcn dimensionering styr varmeTillVV

%Tar fram intressanta handtag
varmeenergi=handles.varmeTillVV;% Värme tillgänglig för VV-produktion
atervinning=handles.atervinningsnr;% Typ av återvinning
TKV=handles.TKV;% Kallvattentemp
TVV=handles.TVV;% VVtemp efter återvinning
cpv=handles.cpv;% Cp för vatten

VVliter=zeros(1,12);
arVVliter=0;

switch atervinning
case 1%Ingen återvinning
    %VVliter=VVliter;
    %arVVliter=arVVliter;
case {2,3}%Återvinning VV-stall/återvinning bostad+VV
    for j=1:12
        VVliter(j)=varmeenergi(j)/((TVV-TKV)*cpv);%[kg=liter]
        arVVliter=arVVliter+VVliter(j);
    end
end
handles.manadVVpotential=VVliter';
handles.arVVpotential=arVVliter;

```

```

function(handles)=systemnummer(handles)
%110502 Emelie Karlsson
%Denna funktion beräknar ett systemnummer beroende på användarens indata om
%den aktuella anläggningen,systemnummret används för att hålla reda på hur
%beräkningarna ska göras. Följande system används:
%-----%
%-----Referensfall-----%
%-----%
%1
%Referensfall, vare sig förkylning eller värmeåtervinning utan robot
%2
%Referensfall, utan förkylning, utan värmeåtervinning, med robot
%-----%
%-----Förkylning-----%
%-----%
%11
%Med förkylning, utan robot
%12
%Med förkylning, med robot
%22
%Med förkylning 2h direkt efter tvätt, med robot
%-----%
%-----Värmeåtervinning VV stall-----%
%-----%
%101
%Värmeåtervinning för VV i stall utan robot
%102
%Värmeåtervinning för VV i stall med robot
%-----%
%-----Värmeåtervinning VV stall och värme/VV-bostad-----%
%-----%
%201
%Utan förkylning med värmeåtervinning för VV i stall och bostad, ej robot
%202
%Utan förkylning med värmeåtervinning för VV i stall och bostad, med robot

atervinningnr=handles.atervinningsnr;
forkylningnr=handles.forkylningnr;
mjolknr=handles.mjolknr;

systemsumma=(atervinningnr-1)*100+(forkylningnr-1)*10+mjolknr;

switch systemsumma
case{1,2,11,12,22,101,102,201,202,111,112,122,211,212}
handles.Systemnummer=systemsumma;
otherwise
handles.Systemnummer=999;

end

```

```

function[handles]=synlig(handles)
%legend-workaround
    set(handles.linje(1),'Color','m')
    set(handles.linje(2),'Color','k')
    set(handles.linje(3),'Color','b')
    set(handles.linje(4),'Color','g')
    set(handles.linje(5),'Color','r')

valdiagram=get(handles.popdiagramtyp,'Value');
switch valdiagram
    case 1 %Linjediagram valt
        %Osynliggör alla staplar
        set(handles.Stapel,'Visible','off')
        %Gör valda linjediagram synliga
        handles=synligPlottar(handles);
    case 2 %Stapeldiagram valt
        %Osynliggör alla linjediagram
        set(handles.linje,'Visible','off')
        %Gör valda stapeldiagram synliga
        handles=synligStaplar(handles);
end
end

function[handles]=synligPlottar(handles)
%Kolla vilka linjedigram som ska visas
%1=Kylenergibehov 2=Elbehov kylanläggning 3=Värmebehov bostad
%4=Uppvärmningsbehov bostad 5=Varmvattenpotential
checkkyla=get(handles.checkkylbehov,'Value');
switch checkkyla
    case 0
        set(handles.linje(1),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.linje(1),'Visible','on','Color','m')
end
checkkelkylning=get(handles.checkkelkylning,'Value');
switch checkkelkylning
    case 0
        set(handles.linje(2),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.linje(2),'Visible','on','Color','k')
end
checkvarmebostad=get(handles.checkvarmebostad,'Value');
switch checkvarmebostad
    case 0
        set(handles.linje(3),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.linje(3),'Visible','on','Color','b')
end
checkuppv=get(handles.checkuppvarmning,'Value');
switch checkuppv
    case 0
        set(handles.linje(4),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.linje(4),'Visible','on','Color','g')
end
checkVVpot=get(handles.checkVVpot,'Value');
switch checkVVpot
    case 0
        set(handles.linje(5),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.linje(5),'Visible','on','Color','r')
end

end
end

```



```

function[handles]=synligStaplar(handles)
% Kolla vilka stapeldiagram som ska visas
% 1=Kylenergibehov 2=Elbehov kylanläggning 3=Värmebehov bostad
% 4=Uppvärmningsbehov bostad 5=Varmvattenpotential
checkuppv=get(handles.checkuppvarmning,'Value');
switch checkuppv
    case 0
        set(handles.Stapel(4),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.Stapel(4),'Visible','on','FaceColor','g')
    end
checkvarmebostad=get(handles.checkvarmebostad,'Value');
switch checkvarmebostad
    case 0
        set(handles.Stapel(3),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.Stapel(3),'Visible','on','FaceColor','b')
    end
checkkyla=get(handles.checkkylbehov,'Value');
switch checkkyla
    case 0
        set(handles.Stapel(1),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.Stapel(1),'Visible','on','FaceColor','m')
    end
checkkelkylning=get(handles.checkkelkylning,'Value');
switch checkkelkylning
    case 0
        set(handles.Stapel(2),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.Stapel(2),'Visible','on','FaceColor','k')
    end
checkVVpot=get(handles.checkVVpot,'Value');
switch checkVVpot
    case 0
        set(handles.Stapel(5),'Visible','off')
    case 1
        set(handles.Stapel(5),'Visible','on','FaceColor','r')
    end
end

end

```

```

function[handles]=stapeldiagram(handles)
%110502 Emelie Karlsson
%Skapar stapeldiagram för nuvarande eller senare behov
x=1:12;
Stapel=bar(handles.diagram,x,handles.matris);
%1=Kylenergibehov 2=Elbehov kylanläggning 3=Värmebehov bostad
%4=Uppvärmningsbehov bostad 5=Varmvattenpotential
%handles.stapellegend=legend('Kylenergibehov','Elbehov kylanläggning','Värmebehov bostad','Uppvärmningsbehov
bostad','Varmvattenpotential');
handles.Stapel=Stapel;
end

function[handles]=plottadiagram(handles)
%110502 Emelie Karlsson
%Skapar linjeplottar för nuvarande eller senare behov
hold off
x=1:12;
linjediagram=plot(handles.diagram,x,handles.matris);
%1=Kylenergibehov 2=Elbehov kylanläggning 3=Värmebehov bostad
%4=Uppvärmningsbehov bostad 5=Varmvattenpotential
%handles.linjelegend=legend('Kylenergibehov','Elbehov kylanläggning','Värmebehov bostad','Uppvärmningsbehov
bostad','Varmvattenpotential','Location','NorthOutside');
handles.linje=linjediagram;
hold on

end

```

Bilaga IV

Antalet graddagar beräknades utifrån månadsvis dygnsmedeltemperatur för orterna Lund(södra Sverige), Uppsala(Mellansverige), samt Luleå(norra Sverige) under perioden 1961-1990. (SMHI) och antagandet att bostadens jämviktstemperatur är 14 °C. (Abel, Elmroth 2008)

Tabell 1 Graddagar för Luleå, Uppsala och Lund

Luleå	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Dagar	0	31	59	90	120	150	181	212	242	273	303	334
Medeltemp	-3	-4	-1	3	7	15	16	15	10	6	2	-2
Graddagar	806	728	651	450	240	0	0	0	186	330	558	775

Uppsala	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Dagar	0	31	59	90	120	150	181	212	242	273	303	334
Medeltemp	-3	-4	-1	3	7	15	16	15	10	6	2	-2
Graddagar	527	504	465	330	210	0	0	0	124	240	372	496

Lund	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Dagar	0	31	59	90	120	150	181	212	242	273	303	334
Medeltemp	-1	-1	1	5	11	15	16	16	13	10	5	1
Graddagar	465	420	403	270	90	0	0	0	31	120	279	403

SLU
Institutionen för energi och teknik
Box 7032
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 10 00
pdf.fil: www.slu.se/energioghteknik

SLU
Department of Energy and Technology
P. O. Box 7032
SE-750 07 UPPSALA
SWEDEN
Phone +46 18 671000